

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. V. Jansson

Vergleich der vorderen Kreuzbandplastik durch das mittlere  
Patellarsehnendrittel Allograft mit dem mittleren  
Patellarsehnendrittel Autograft  
bei Revisionseingriffen

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

**Mathias Schettle**

aus Weinheim

2008

**Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München**

Berichterstatter: Prof. Dr. med. habil. Dr.-Ing. W. Plitz

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. W. Mutschler

Priv. Doz. Dr. med. St. Piltz

Mitbetreuung durch den  
promovierten Mitarbeiter: Priv. Doz. Dr. med. H. Mayr

Dekan: Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 31.01.2008

Meinen Eltern  
in tiefer Dankbarkeit

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes – Inzidenz, Pathomechanismus, Therapiekonzepte, Transplantatoptionen, Komplikationen</b>	<b>10</b>
1.1.1 Einführung und Problemstellung	10
1.1.2 Inzidenz	11
1.1.3 Pathomechanismus	11
1.1.4 Therapiekonzepte	12
1.1.5 Das mittlere Patellarsehnendrittel als Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes	15
1.1.6 Andere Transplantatoptionen	
1.1.6.1 Hamstringsehnen	16
1.1.6.2 Die Quadricepssehne	18
1.1.6.3 Allografts	19
1.1.6.4 Sonstige Transplantate	19
1.1.7 Vergleich der gängigen Transplantatoptionen	20
1.1.8 Komplikationen nach vorderer Kreuzbandruptur	23
<b>1.2 Revisionsoptionen nach fehlgeschlagenem Ersatz des vorderen Kreuzbandes</b>	<b>24</b>
1.2.1 Ursachen für eine fehlgeschlagene Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes	24
1.2.2 Erneuter Ersatz des vorderen Kreuzbandes	26
<b>1.3 Allogener Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit einem Transplantat aus der Patellarsehne</b>	<b>28</b>
1.3.1 Vorteile und Nachteile gegenüber autologen Transplantaten	28
1.3.2 Aufbereitungsarten und Inkorporationsprozess der Spendertransplantate	29
1.3.3 Infektionsrisiko durch allogene Transplantate	29
1.3.4 Entnahme, Reinigung und Sterilisation allogener Ersatztransplantate des vorderen Kreuzbandes	30

<b>2 Fragestellung</b>	<b>32</b>
<b>3 Material und Methoden</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Aufbau der Studie</b>	<b>33</b>
3.1.1 Art der Studie	33
3.1.2 Methodisches Vorgehen	33
<b>3.2 Patienten</b>	<b>34</b>
3.2.1 Patientenalter und Patientengeschlecht	34
3.2.2 Aufnahme- und Ausschlusskriterien	34
3.2.3 Operations- und Nachuntersuchungszeitraum	34
3.2.4 Operationstechniken	35
3.2.5 Mechanisch gereinigtes fresh frozen Patellarsehnendrittel	
Allograft als Transplantat	36
3.2.6 Patientenuntersuchung	37
3.2.6.1 Problemspezifischer eigener Untersuchungsbogen	37
3.2.6.2 Klinische Untersuchung	38
<b>3.3 Verwendete Instrumente und Materialien</b>	<b>39</b>
3.3.1 Scores	39
3.3.1.1 IKDC 2000 Score	39
3.3.1.2 Tegner Activity Score	40
3.3.1.3 Lysholm Score	40
3.3.2 Visuelle Analogskala (VAS) zur Schmerzbestimmung	41
3.3.3 KT1000™ Knee Ligament Arthrometer®	41
3.3.4 Röntgen- und MRT Analyse	43
3.3.5 Instrumente der statistischen Datenerhebung	43

<b>4.1 Beobachtungen zu den Primäroperationen aller an der Studie teilnehmenden Patienten</b>	<b>45</b>
4.1.1 Zeitpunkt und Art der primären Bandrekonstruktion	45
4.1.2 Zeitabstand Erstunfall – primäre Bandrekonstruktion	46
<b>4.2 Beobachtungen zu den Revisionseingriffen der Allograft- und der Autograftpatienten</b>	<b>46</b>
4.2.1 Ursache und Zeitpunkt der erneuten Instabilität	46
4.2.2 Art und Dauer der postoperativen Nachsorge	47
4.2.3 Perioperative Schmerzsymptomatik	48
4.2.4 Sozioökonomische Auswirkungen	49
<b>4.3 Ergebnisse der Nachuntersuchung</b>	<b>50</b>
4.3.1 Ergebnisse der klinischen Untersuchung	50
4.3.1.1 Manuelle Erfassung der Stabilität	50
4.3.1.2 Manuelle Erfassung der Beweglichkeit	51
4.3.1.3 Crepitatio	51
4.3.1.4 Patellastellung	52
4.3.1.5 Transplantatentnahmemorbidität	52
4.3.2 Ergebnisse der technischen Untersuchungen	52
4.3.2.1 Messungen der vorderen Translation mit dem KT1000™ Knee Ligament Arthrometer®	52
4.3.2.2 Radiologische Diagnostik	55
4.3.2.2.1 Arthrose	55
4.3.2.2.2 Bohrkanalerweiterungen	56
4.3.2.2.3 Patellaposition	57
4.3.2.2.4 Patellatiltwinkel	57
4.3.3 Ergebnisse der Scores	58
4.3.3.1 IKDC 2000 Score	58
4.3.3.2 Tegner Activity Score	59
4.3.3.3 Lysholm Score	60

4.3.4 Ergebnisse der Schmerzsymptomatik zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung	60
<b>5 Diskussion</b>	<b>61</b>
<b>5.1 Einleitung</b>	<b>61</b>
<b>5.2 Stabilität</b>	<b>62</b>
<b>5.3 Beweglichkeit</b>	<b>64</b>
<b>5.4 IKDC 2000 Score</b>	<b>66</b>
5.4.1 Formblatt zur Untersuchung des Knies	66
5.4.2 Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies	67
<b>5.5 Schmerzsymptomatik</b>	<b>68</b>
<b>5.6 Tegner Activity Score</b>	<b>71</b>
<b>5.7 Lysholm Score</b>	<b>72</b>
<b>5.8 Radiologische Diagnostik</b>	<b>73</b>
5.8.1 Arthrose	73
5.8.2 Bohrkanalerweiterungen	74
5.8.3 Patellaposition	75
5.8.4 Patellatiltwinkel	75
<b>5.9 Allografttransplantate als Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes</b>	<b>76</b>
<b>5.10 Sozioökonomische Auswirkungen</b>	<b>80</b>
<b>5.11 Schlussfolgerung</b>	<b>81</b>

6 Zusammenfassung	82
7 Ausblick	84
8 Literaturverzeichnis	85
9 Lebenslauf	113
10 Danksagung	114
11 Anhang	115
11.1 IKDC 2000 Score	
11.2 Tegner Activity Score	
11.3 Lysholm Score	
11.4 Eigener Patientenfragebogen	
11.5 Untersuchungsprotokoll Knie	
11.6 Radiologisches Untersuchungsprotokoll	
11.7 OCM Nachbehandlungsschema	



### **Abkürzungsverzeichnis:**

Abb. = Abbildung

Gy = Gray (Energiedosis;  $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad} = 1 \text{ J/kg}$ )

KLA = Knee Ligament Arthrometer®

MRT = Magnetresonanztomographie

N = Newton ( $= 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$ )

Tab. = Tabelle

VAS = visuelle Analogskala

VKB = vorderes Kreuzband

## **1. Einleitung**

### **1.1 Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes – Inzidenz, Pathomechanismus, Therapiekonzepte, Transplantatoptionen, Komplikationen**

#### **1.1.1 Einführung und Problemstellung**

Den Beginn der Kreuzbandchirurgie markierte die erste dokumentierte Naht eines rupturierten Kreuzbandes im Jahr 1895 durch Robson (ROBSON, 1903). Neben der, in der Folgezeit zumeist durchgeführten primären Bandnaht, gab es immer wieder Versuche das vordere Kreuzband durch anderes Gewebe zu ersetzen. Dieses Bestreben nahm Mitte der siebziger Jahre zu, nachdem Untersuchungen der Bandnaht schlechte Langzeitergebnisse attestierten. Es wurde sowohl mit freien, als auch gestielten Transplantaten von unterschiedlichen Faszien und Sehnen experimentiert. Als autologe Ersatzplastiken konnten sich vor allem das mittlere Patellarsehnendrittel und das Transplantat der Semitendinosus-/Gracilissehne etablieren. Allogene Transplantate wurden seit Mitte der achtziger Jahre zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes eingesetzt. Ineffiziente Sterilisationsmethoden und zunehmend häufiger auftretende Infektionskrankheiten wie HIV oder Hepatitis C führten in der Folge zu einem zurückhaltenden Einsatz dieser Transplantate. Neuere Erkenntnisse auf den Gebieten der Reinigung und der Sterilisation allogenen Gewebes scheinen Allografts zu einer Renaissance in der Kreuzbandchirurgie verholfen zu haben.

Synthetischer Ersatz des vorderen Kreuzbandes war vor allem während der siebziger und achtziger Jahre eine beliebte Option. Aufgrund der Zunahme postoperativer Komplikationen und der schlechten Langzeitergebnisse wurde immer häufiger von einer weiteren Nutzung synthetischen Materials abgeraten (EBERHARDT et al., 2002).

Nach wie vor herrscht rege Diskussion über die optimale Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes. Die Rekonstruktion mit dem mittleren Patellarsehnendrittel Autograft wurde bereits in einer Vielzahl von Studien unter unterschiedlichsten Aspekten betrachtet und erforscht.

In dieser Arbeit werden die Ergebnisse nach vorderer Kreuzbandrevision mit dem mittleren Patellarsehnendrittel Allograft (fresh frozen, mechanisch gereinigt) und dem mittleren Patellarsehnendrittel Autograft vorgestellt und miteinander verglichen. Es wird erörtert, ob

das Patellarsehnendrittel Allograft eine empfehlenswerte Alternative zu dem bereits gut validierten Patellarsehnendrittel Autograft darstellt.

### **1.1.2 Inzidenz**

Die operative Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes, die in den USA jährlich bereits zwischen 60.000 und 100.000 mal durchgeführt wird, zählt zu den häufigsten Kniegelenkseingriffen (EBERHARDT et al., 2002; FAGELMAN und FREEDMAN, 2005). Bereits 1991 berichteten MIYASAKA et al. von durchschnittlich 38 VKB Rupturen je 100.000 Personen in den USA. In Risikogruppen, wie beispielsweise bei Skifahrern, ermittelten sie bis zu 70 VKB Rupturen je 100.000 Personen. Neuere Schätzungen beziffern die Inzidenz in den Industrieländern auf bis zu eine VKB-Ruptur je 1000 Einwohner (RUPP und KOHN, 2002).

### **1.1.3 Pathomechanismus**

Die Verletzungsmechanismen, die zur Ruptur des vorderen Kreuzbandes führen sind vielfältig und können sowohl am belasteten als auch am unbelasteten Kniegelenk auftreten. Häufig führen ein Flexions-Valgus-Außenrotationstrauma oder ein Flexions-Varus-Innenrotationstrauma zu einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes. Bei Skifahrern werden diese beispielsweise ausgelöst durch einen Einfädelsturz an einer Torstange oder Überkreuzen der Skier. Oftmals wird die VKB-Ruptur von zusätzlichen Verletzungen anderer Kniestrukturen, wie der Kapsel-Band-Strukturen begleitet. Bewegungsabläufe, die zu einem entsprechenden Verletzungsmuster führen, finden sich neben dem Skifahren auch bei Ball- und Kontaktsportarten wie Fußball oder Handball. Weitere, häufig auftretende Verletzungsmechanismen sind Hyperextensions- sowie Hyperflexionstraumata. Vielfach treten diese als Folge eines Sprungs mit nachfolgender Landung auf flachem Untergrund bei entweder überstrecktem oder flektiertem Kniegelenk auf.

Die Folge des Funktionsverlustes des vorderen Kreuzbandes ist eine Desintegration der Roll-Gleit-Bewegung (Polyzentrik) des Kniegelenks. Aus dieser funktionellen Insuffizienz

resultiert eine Instabilität des gesamten Gelenks, in deren Folge eine vermehrte Belastung des hinteren Kreuzbandes, der Kollateralbänder, sowie der Menisken und des Gelenkknorpels entsteht. Eine längerfristige oder gar chronische Insuffizienz des vorderen Kreuzbandes bewirkt in der Folge eine fortschreitende Lockerung des gesamten Bandapparates. Dies kann im weiteren Verlauf wiederum zu sekundären Meniskusschäden und arthrotischen Veränderungen führen (KOHN, 2000; BRAY und DANDY, 1989; CONTEDEUCA et al., 1991; MCDANIEL und DAMERON, 1983; KOHN et al., 2002).

#### **1.1.4 Therapiekonzepte**

Für die Entscheidung zwischen konservativer oder operativer Behandlung einer VKB-Ruptur gibt es keine starren Kriterien. Ziel jeder Therapie sollte es sein, damit den Stabilitätsanforderungen im täglichen Leben des Patienten gerecht zu werden und zukünftige, aus der Verletzung resultierende Beschwerden zu minimieren.

Lässt man zusätzlich aufgetretene Begleitverletzungen außer Acht, so sind vor allem die sportlichen Ziele, die Art des ausgeübten Sports und der Lebensstil des Patienten für die Wahl der Therapie derzeit von vorrangiger Bedeutung. Das Geschlecht und vor allem das Alter spielen eine zunehmend untergeordnete Rolle. JAKOB und STÄUBLI (1990) bezeichneten ein höheres Lebensalter als eine nur relative Indikation für eine konservative Therapie. So wurde und wird älteren Patienten vor allem ausgehend von einer geringeren sportlichen Aktivität im fortgeschrittenen Lebensalter häufig zu einer konservativen Therapie geraten (BUSS et al., 1995).

In den letzten Jahren ist das Gesundheitsbewusstsein deutlich gestiegen. Auch ältere Patienten halten sich körperlich immer länger fit und treiben bis ins hohe Alter Sport. Die in diesem Zusammenhang verschwimmenden Altersgrenzen lassen eindeutige Therapieempfehlungen nicht mehr zu.

ZYSK und REFIOR (2000) zeigten, dass auch Patienten höheren Alters von einer chirurgischen Intervention nach VKB-Ruptur profitieren. Sie untersuchten Patienten im Alter zwischen 40 und 59 Jahren und erzielten sowohl bei konservativer als auch bei operativer Therapie gute Ergebnisse. Auch BARBER et al. (1996) wiesen in ihrer Studie darauf hin, dass Patienten ab einem Alter von 40 Jahren keine schlechteren Ergebnisse nach VKB-Rekonstruktion lieferten als jüngere Patienten. Ebenso scheint der Einfluss des Geschlechts

auf das Outcome nach einer VKB-Rekonstruktion gering zu sein (WIGER et al., 1999; LAXDAL et al., 2005).

Eine konservative Therapie stellt vor allem für Patienten mit isolierter VKB-Ruptur in Zusammenhang mit einer geringen pathologischen Laxizität, eingeschränkter sportlicher Aktivität und höherem Lebensalter eine überlegenswerte Alternative zu einem operativen Eingriff dar (BEYNNON et al., 2005). Auf zufriedenstellende Ergebnisse nach konservativer Therapie weisen die Arbeiten von BUSS et al. (1995) und CICCOTTI et al. (1994) hin. Allerdings konnte bei konservativ behandelten Patienten ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer vermehrten sportlichen Aktivität und der Entwicklung einer Arthrose hergestellt werden (FINK et al., 1994).

Beim Vergleich zwischen konservativer und operativer Therapie belegten Studien einen signifikanten Vorteil der chirurgischen Intervention (WITTENBERG et al., 1998; SEITZ et al., 1994; ANDERSSON et al., 1991). Vor allem bei sportlich aktiven Patienten, die Sportarten ausüben, welche mit einem hohen Grad an Rotation und Hyperextension einhergehen (Fußball, Basketball, Handball etc.), scheint ein operatives Vorgehen vor der erneuten Ausübung dieser Sportart indiziert (FINK et al., 2001).

Ein chirurgischer Eingriff sollte ebenso bei Patienten mit zusätzlichen intraartikulären Verletzungen, etwa an den Menisken oder am Knorpel favorisiert werden. Auch bei gleichzeitiger Verletzung weiterer Bänder, die zu einer komplexen anteromedialen oder anterolateralen Instabilität oder zu einer funktionellen Beeinträchtigung führt, ist die Indikation für ein operatives Vorgehen gegeben (CICCOTTI et al., 1994; FITHIAN et al., 2002). Es ist allerdings zu bedenken, dass eine gleichzeitige Schädigung des Knorpelgewebes oder der Menisken zu einem signifikant schlechteren Ergebnis nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion führt als ohne eine entsprechende Komplikation (LAXDAL et al., 2005; KARTUS et al., 2002).

Sowohl bei der konservativen wie auch bei der chirurgischen Therapie gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichen Ansätzen und Behandlungskonzepten. Das Prinzip der konservativen Therapie besteht vor allem in einer, durch physiotherapeutischen Muskelaufbau forcierten, externen Stabilisierung des Kniegelenks.

Bei der chirurgischen Therapie wird versucht das gerissene vordere Kreuzband sowohl anatomisch als auch biomechanisch so gut wie möglich zu rekonstruieren. Die Schwierigkeit besteht darin, die multiaxiale Faserstruktur des vorderen Kreuzbandes und seinen

feingeweblichen Aufbau wiederherzustellen. Dies wird bis heute durch keines der derzeit verwendeten Transplantate in optimaler Weise erreicht. KOHN (2000) bezeichnet daher jede Rekonstruktion durch ein Transplantat als Einbau eines „Kompromiss-Stranges“. Ein weiterer Mangel ist die fehlende Propriozeption des Kreuzbandersatzes.

Die ideale Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes sollte nach WEST und HARNER (2005) strukturell und biomechanisch die gleichen Eigenschaften besitzen wie das natürliche vordere Kreuzband. Darüber hinaus sollte es eine sichere Fixierung, sowie eine schnelle Einheilung erlauben und die Entnahmemorbidität möglichst gering halten.

Welches der zurzeit üblicherweise verwendeten Transplantate diesen Eigenschaften am nächsten kommt, wird kontrovers diskutiert.

In jedem Fall ist eine frühzeitige Rekonstruktion des rupturierten vorderen Kreuzbandes zu befürworten, um das Risiko degenerativer Prozesse so gering wie möglich zu halten (JOMHA et al., 1999).

Der operative Zugang nach intraartikulär kann bei einer chirurgischen Intervention entweder offen oder arthroskopisch erfolgen. Die klassische offene Kreuzbandrekonstruktion über einen Payr-Zugang wurde in den achtziger Jahren von der Miniarthrotomie abgelöst. Im Laufe der letzten Jahre hat sich aber fast ausschließlich der arthroskopische Zugang durchgesetzt, der sich durch das vergleichsweise geringste operative Trauma auszeichnet. Offene Zugänge werden nur noch in Ausnahmefällen durchgeführt (BECKER et al., 2002).

Der Wahl der richtigen Fixationsmethode kommt neben der Transplantatwahl eine erhebliche Bedeutung zu. Biomechanisch ist gerade sie in der frühen Heilungsphase der Schwachpunkt im gesamten Transplantatkonstrukt (BEYNNON et al., 2005).

Abhängig von der gewählten Kreuzbandersatzplastik ist derzeit eine Vielzahl unterschiedlicher Optionen verfügbar. Transplantate lassen sich entweder innerhalb des Bohrkanals oder extraossär fixieren. Um für eine frühfunktionelle Behandlung geeignet zu sein, sollte das Transplantatkonstrukt mindestens einer Belastung von 445 N standhalten (NOYES et al., 1984).

Die Aussagen zur optimalen Art und Position der Transplantatfixierung sind uneinheitlich und sollten an anderer Stelle diskutiert werden. Genauere Betrachtungen zu unterschiedlichen Fixationsmethoden finden sich in einer Arbeit von BRAND et al. (2000).

### **1.1.5 Das mittlere Patellarsehnendrittel als Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes**

Die Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes mit dem Ligamentum patellae, dem mittleren Drittel der Patellarsehne galt zum Zeitpunkt der Revision unserer Patienten als „Goldstandard“ in der Kreuzbandchirurgie (BENEDETTO, 1995). Die Vorteile dieses Transplantattyps sind seine relativ leichte Entnahme, die gute Fixierungsmöglichkeit durch die beiden endständigen Knochenblöcke und eine hohe Reißfestigkeit (WEST und HARNER, 2005).

Bei diesem Knochen-Sehne-Knochen-Transplantat bleibt die natürliche ossäre Insertion erhalten, so dass eine Knochen-auf-Knochen-Heilung stattfinden kann und das Transplantat bei optimaler Fixierung eine, im Verhältnis zu anderen Transplantaten, kurze Einheilungszeit hat. BOSCH et al. (1993) ermittelten hierfür am Tiermodell einen Zeitraum von etwa sechs Wochen.

Durch die biologische Insertion und die feste Fixierung, beispielsweise durch Titan Interferenzschrauben ist eine frühzeitige und aggressive Rehabilitation möglich (SHELBOURNE und GRAY, 1997).

Als Hauptnachteil dieses Transplantattyps gilt die Entnahmemorbidität mit eventuell konsekutiven Schmerzen im Entnahmebereich und/oder einer gestörten Funktion des Streckapparates mit Quadricepsatrophie und Kraftminderung (HÖHER und TILING, 2000). Von einigen Autoren wird darüber hinaus über ein Taubheitsgefühl im Bereich der Entnahmestelle berichtet, welches durch eine Durchtrennung des Ramus infrapatellaris des Nervus saphenus zustande kommt (MASTROKALOS et al., 2005; HERTEL et al., 2005). Diese Komplikation findet aufgrund ihres meist temporären Charakters relativ selten Erwähnung in der Literatur. In seltenen Fällen wird darüber hinaus von Tendinitiden, Patellafrakturen und Patellarsehnenrupturen berichtet (STEIN et al., 2002; MARUMOTO et al., 1996).

SACHS et al. (1989) zeigten, dass in bis zu 19% der Fälle Schmerzen beim Knien im Bereich der Tuberositas tibiae durch den, bei Entnahme des Patellarsehnendrittels entstandenen Knochendefekt auftreten. Dies sollte beispielsweise bei Patienten, die kniende Tätigkeiten ausführen mitberücksichtigt werden.

Dennoch scheint eine eindeutige Zuordnung des Schmerzes im vorderen Kniebereich ausschließlich zur Entnahme des mittleren Patellarsehnendrittels schwierig. Bisherige Studien

weisen hierzu recht unterschiedliche Ergebnisse auf. Die Zahlen der Patienten mit Schmerzen im vorderen Kniebereich nach einer VKB-Rekonstruktion mit dem mittleren Patellarsehnendrittel schwanken zwischen 5% und 55% (AGLIETTI et al., 1993; KLEIPOOL et al., 1994). Dies deutet darauf hin, dass Schmerzen in diesem Bereich nicht ausschließlich der Transplantatentnahme zugeschrieben werden sollten. Nach MILLER und GLADSTONE (2002) können für die Schmerzen im vorderen Kniebereich auch bereits vorher vorhandene Knorpelschäden, Operationsschäden, eine Fehlplatzierung des Transplantats oder das Patella entrapment syndrome verantwortlich sein.

Als weiterer häufig erwähnter Nachteil der Transplantation des mittleren Patellarsehnendrittels wird eine Schwächung des Musculus quadriceps femoris angegeben (ROSENBERG et al., 1992; BECKER et al., 2002).

LEPHART et al. (1993) wiesen jedoch darauf hin, dass eine mögliche Quadricepsschwäche eher auf eine unzureichende postoperative Rehabilitation zurückzuführen sein könnte, als auf die Entnahme des mittleren Patellarsehnendrittels. Sie untersuchten Sportler, die 12 bis 24 Monate zuvor entweder mit einem Patellarsehnendrittel Autograft oder Allograft versorgt worden waren und konnten bei ihrer Nachuntersuchung keinen signifikanten Unterschied in der Quadricepsstärke feststellen.

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit ist umstritten, ob das mittlere Patellarsehnendrittel nach wie vor das Transplantat der Wahl sein sollte für sportlich sehr aktive Patienten, die ihr Knie einer hohen Belastung aussetzen. Verbesserte Fixationsmethoden haben das Interesse auch für andere Transplantattypen gesteigert.

## **1.1.6 Andere Transplantatoptionen**

### **1.1.6.1 Hamstringsehnen**

Ein häufig verwendetes Transplantat stellen die Semitendinosussehne und die Gracilissehne, zwei der drei Sehnen des Pes anserinus superficialis dar. Die Semitendinosussehne wird alleine oder in Kombination mit der Sehne des Musculus gracilis als reine Sehnenersatzplastik zumeist drei- oder vierfach genommenen und zur VKB-Rekonstruktion verwendet. Diese Sehnen werden als Hamstringsehnen bezeichnet.



Wie HÖHER und TILING (2000) beschrieben, gibt es derzeit mehrere unterschiedliche Varianten einer Semitendinosus-/Gracilissehnenplastik. Bei Verwendung der Semitendinosussehne als Vierfachtransplantat wird die Sehne entweder halbiert und mit je zwei gedoppelten Sehnenschenkeln präpariert oder durch Vernähung der beiden Enden zu einem Schlauch geformt und einmal gefaltet. Die für gewöhnlich etwas kürzere und dünnere Gracilissehne wird, je nach Technik, als gedoppelter Strang in Kombination mit der Semitendinosussehne verwendet.

Sowohl BEYNNON et al. (2002) als auch ANDERSON et al. (2001) zeigten in Bezug auf die Stabilität in ihren Studien eine klare Überlegenheit eines Patellarsehnentransplantats gegenüber eines zweifach genommenen Hamstringtransplantats. Die Ergebnisse mit vierfach genommenen Hamstringtransplantaten erwiesen sich im Vergleich zu Patellarsehnentransplantaten hingegen als deutlich besser gegenüber der zweifach genommenen Variante. Dies bestätigten die Studien von JANSSON et al. (2003), AUNE et al. (2001) und ERIKSSON et al. (2001).

Die Mehrsträngigkeit der reinen Sehnentransplantate erlaubt die Differenzierung des anteromedialen und des posterolateralen Bündels in Analogie zum intakten vorderen Kreuzband (BECKER et al., 2002).

Im Gegensatz zu Patellarsehnentransplantaten müssen bei einem Hamstringtransplantat die Sehnen direkt mit dem Knochen des Bohrkanals verwachsen. HÖHER und TILING (2000) sprechen hierbei von einer Bindegewebsheilung. Tierexperimentell konnte für diesen Heilungsprozess ein Zeitraum von etwa 12 Wochen ermittelt werden (RODEO et al., 1993). WEITZEL et al. (2002) weisen in diesem Zusammenhang auf die Schwierigkeit der richtigen Fixierung hin, da das Transplantat bei inadäquater Befestigung oder zu starkem Zug in der Einheilungsphase aus der Verankerung im Bohrkanal rutschen kann.

Aufgrund der längeren Phase der ossären Integration, raten BLICKENSTAFF et al. (1997) zu einer vorsichtigen und langsamen Rückkehr zu voller Belastung.

Dem Operateur stehen derzeit eine Vielzahl unterschiedlicher Varianten der Hamstringfixation zur Verfügung. Diese können beispielsweise direkt im Bohrkanal verblockt oder extrakortikal verankert werden. Eine abschließende Beurteilung über die ideale Primärfixation kann derzeit nicht gegeben werden (HÖHER und TILING, 2000).

Vorteile eines Hamstringtransplantats gegenüber dem Patellarsehnendrittel sind neben einem besseren kosmetischen Ergebnis auch eine geringere Entnahmemorbidität. Zwar kann es hier neben einer Hämatombildung in der Muskelloge zu einem Kräftedefizit bei der Flexion im Kniegelenk und der Innenrotation der Tibia kommen, doch wird berichtet, dass dieses Kräftedefizit in 9-12 Monaten kompensierbar ist (YASUDA et al., 1995).

WEST und HARNER (2005) empfehlen diesen Transplantattyp bei Patienten mit mäßigen sportlichen Ansprüchen oder Freizeitsportlern, nicht jedoch bei bekannter Bindegewebsschwäche.

#### **1.1.6.2 Die Quadricepssehne**

Eine Alternative zu Patellar- und Hamstringsehnern stellt die bisher in der Literatur wenig behandelte Quadricepssehne dar. Sie wird entweder mit oder ohne distal anhaftenden Knochenblock aus der proximalen Patella gewonnen. Die Quadricepssehne ist bei gleicher Breite etwa doppelt so dick, wie der sehnige Anteil eines Patellarsehnendrittels (STÄUBLI et al., 1996) und weist eine maximale Zerreißkraft ähnlich der der Patellarsehne auf (siehe Tabelle 1). Durch die Fixierung eines Knochenblocks auf der einen Seite und eines sehnigen Endes auf der anderen, nimmt die Quadricepssehne bei der Einheilung eine Mittelstellung zwischen Patellarsehnendrittel und Hamstringsehnern ein. BECKER et al. (2002) sehen in der Quadricepssehne eher ein Ersatztransplantat, falls weder Patellarsehne noch Hamstringsehnern verwendet werden können.

Im Vergleich zu Patellarsehnentransplantaten scheint die Schonung des infrapatellar gelegenen Astes des Nervus saphenus (MILLER und GLADSTONE, 2002) ein Vorteil zu sein. Dem steht der Nachteil einer möglicherweise bleibenden Schädigung des Extensormechanismus durch die Entnahme der Quadricepssehne gegenüber (YASUDA et al., 1991).

### **1.1.6.3 Allografts**

Allografts stellen einen weiteren wichtigen Transplantattyp dar. Dies sind von organischen Spendern gewonnene Fremdtransplantate des mittleren Patellarsehnendrittels, der Hamstringsehnen oder der Quadricepssehne. Darüber hinaus finden auch die Achillessehne, sowie die Tibialis anterior- oder die Tibialis posterior-Sehne Verwendung. Nach teilweise schlechten Erfahrungen in den neunziger Jahren, ist die Popularität der Allografts, vor allem aufgrund von verbesserten Reinigungs- und Sterilisationsmethoden, in den letzten Jahren wieder gestiegen. Eine ausführliche Besprechung der Allografttransplantate findet sich unter Punkt 1.3.

### **1.1.6.4 Sonstige Transplantate**

Die zuvor besprochenen Transplantate zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes stellen die wichtigsten der derzeit in Anwendung befindlichen Optionen dar. Darüber hinaus existieren weitere Rekonstruktionsmethoden und auch weitere Modifizierungen der gängigen Verfahrenweisen in der Kreuzbandchirurgie. Da diese entweder nur einen kleinen Platz im gesamten Spektrum einnehmen oder bereits kaum noch verwendet werden, sollen sie hier nur kurz, der Vollständigkeit halber erwähnt werden.

Selten Verwendung als Transplantat des vorderen Kreuzbandes finden der Tractus iliotibialis und die Fascia lata. Vor allem aufgrund ihrer unzureichenden Steifigkeit und der daraus resultierender postoperativen Instabilität konnten sie sich nicht in der Kreuzbandchirurgie durchsetzen. Als weitere Nachteile müssen der zusätzliche und kosmetisch nachteilige operative Zugang am lateralen Oberschenkel, sowie die mögliche Bildung von Muskelhernien durch die Entnahme des Sehnenstreifens genannt werden (BECKER et al., 2002).

Nicht mehr in Verwendung befinden sich heute verschiedene Arten synthetischer Kreuzbandprothesen. Die zumeist in den achtziger Jahren eingeführten Materialien wie beispielsweise Kohlenstofffaser (Carbon), Polyester (Dacron), Polypropylen (Kennedy-LAD), Polytetrafluoräthylen (Gore-Tex) oder Bioprothesen aus Rinderkollagen konnten sich hauptsächlich aufgrund ihrer, auf Dauer schlechten biomechanischen Eigenschaften und der häufig aufgetretenen intraartikulären Komplikationen nicht etablieren (HÖHER und TILING,

2000). Als häufigste Reaktionen auf das Fremdmaterial wurden intraartikuläre Ergüsse und reaktive Synovitiden genannt (KUMAR und MAFFULLI, 1999; PAULOOS et al., 1992). FRANK und JACKSON (1997) berichteten von Versagerraten bei der Kreuzbandrekonstruktion unter Verwendung verschiedener synthetischer Materialien zwischen 40% und 78%.

Die früher häufig durchgeführte Kreuzbandnaht wird heute nicht mehr empfohlen. Die aus der Naht resultierende Narbenbildung kann die Funktion des gesunden Kreuzbandes nicht in ausreichender Weise übernehmen und führt in einem hohen Prozentsatz der Fälle zu erneuter Instabilität (STRAND et al., 2005; KAPLAN et al., 1990; BECKER et al., 2002).

Versuche das Knie nach Ruptur des vorderen Kreuzbandes ausschließlich extraartikulär zu stabilisieren, wie beispielsweise durch die so genannte Ellison procedure zeigten Versagerraten von bis zu 76% (FRANK und JACKSON, 1997) und erwiesen sich daher ebenso als ungeeignet.

### **1.1.7 Vergleich der gängigen Transplantatoptionen**

Im Hinblick auf die operative Therapie ist vor allem die Wahl des geeigneten Transplantats Gegenstand reger Diskussion. Neben autologen werden heutzutage auch wieder zunehmend allogene Transplantate verwendet. Die vor allem in den achtziger Jahren gebräuchlichen synthetischen Materialien, die als Kreuzbandersatz Anwendung fanden, erwiesen sich als ungeeignet (FRANK und JACKSON, 1997). Auch die primäre Bandnaht wird heute nicht mehr als Therapieoption angesehen (EBERHARDT et al., 2002).

Zu den derzeit favorisierten autologen Transplantaten gehören das mittlere Patellarsehndrittel, die Semitendinosussehne, teilweise in Kombination mit der Gracilissehne und die Quadricepssehne. Der Fascia lata Streifen hat sich vor allem aufgrund seiner unzureichenden biomechanischen Eigenschaften nicht durchgesetzt. Als allogene Transplantate werden hauptsächlich das mittlere Patellarsehndrittel, die Achillessehne, die Semitendinosus-/Gracilissehne, die Quadricepssehne sowie die Tibialis anterior- oder die Tibialis posterior-Sehne verwendet. Bis heute konnte in klinischen Studien keine eindeutige Überlegenheit eines der Transplantate verifiziert werden.

CORRY et al. (1999) stellten bei ihrem Vergleich zwischen Transplantaten der mittleren Patellarsehne und der Hamstringsehnen eine geringere Entnahmemorbidität zugunsten der Hamstrings fest. Ihre Studie zeigte aber zwei Jahre postoperativ auch eine vergleichsweise größere Laxizität dieses Transplantattyps.

Auch FELLER und WEBSTER (2003) zeigten in ihrer Arbeit eine größere Seitendifferenz bei Hamstringtransplantaten auf. Zusätzlich wiesen sie allerdings auf ein vergleichsweise höheres Extensionsdefizit und auf vermehrte Schmerzen beim Knien bei Patienten mit Patellarsehnentransplantaten hin.

Wie FREEDMAN et al. (2003) feststellen konnten, zeigen Patellarsehnendrittel neben einer höheren Stabilität auch eine signifikant niedrigere Versagerrate.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass Hamstringtransplantate kurze Zeit postoperativ geringere subjektive Probleme aufzuweisen scheinen (ERIKSSON et al., 2001). Hierzu zählen eine geringere Entnahmemorbidität mit einem besseren Schmerzverhalten und weniger Extensionsverlust. Eines der Hauptzielkriterien, nämlich eine langfristig geringe anterior-posteriore Translation und somit eine optimale Stabilität scheint mit Transplantaten des mittleren Patellarsehnendrittels besser erreichbar zu sein. Weitere Studien hierzu sollten folgen.

Neben den jeweiligen, bereits in einer Vielzahl von Arbeiten besprochenen Vor- und Nachteilen der einzelnen Transplantate, wird die Auswahl auch durch die persönliche Präferenz des Operateurs und die spezifischen Wünsche des Patienten bestimmt.

Alle Transplantate weisen individuelle Unterschiede sowohl in ihren biomechanischen Eigenschaften, der Art der Fixation, der Einheilung im Knochenkanal und in der Entnahmemorbidität auf. Unterschiede der einzelnen Ersatzplastiken in ihrer maximalen Zerreißkraft, gibt die nachfolgende Tabelle wieder.

<b>Transplantat</b>	<b>Wert [N]</b>	<b>Literatur</b>
Referenz: intaktes VKB	1725 ± 269	NOYES et al., 1984
	2160 ± 157	WOO et al., 1991
mittleres Patellarsehnendrittel	2977 ± 516	COOPER et al., 1993
	3899 ± 298	MUELLNER et al., 1998
	2376 ± 151	SCHATZMANN et al., 1998
Semitendinosussehne (zweifach)	2330 ± 452	HECKER et al., 1997
Semitendinosussehne (vierfach)	3560 ± 742	HECKER et al., 1997
Semitendinosus/Gracilissehne doppelt	4590 ± 674	HAMNER et al., 1999
Semitendinosus/Gracilissehne geflochten	2396 ± 439	WILSON et al., 1999
Quadricepssehne	2352 ± 495	SCHATZMANN et al., 1998
Fascia lata – Streifen	628 ± 35	NOYES et al., 1984

Tab. 1: Maximale Zerreißkraft einzelner vorderer Kreuzbandtransplantate (Tabelle nach BECKER et al., 2002)

Anmerkung zur Tabelle:

*Da sich die in der Tabelle wiedergegebenen Angaben aus verschiedenen Studien zusammensetzten, sei darauf hingewiesen, dass sich die unterschiedlichen Werte auch aus der jeweiligen Versuchsanordnung oder aus Unterschieden des Studiendesigns ergeben können. So wurden beispielsweise statische mit dynamischen Tests zur Zerreikraftbestimmung verglichen.*

BECKER et al. (2002) geben zu bedenken, dass ein Transplantat nach der Einheilung seine ursprünglichen biomechanischen Eigenschaften nicht vollständig wiedererlangt. Aus diesem Grund ist es von Vorteil, wenn das jeweilige Transplantat initial eine höhere Belastbarkeit aufweist, als das natürliche VKB.

### **1.1.8 Komplikationen nach vorderer Kreuzbandruptur**

Zu unterscheiden sind Komplikationen, die aus einer nicht behandelten Ruptur des vorderen Kreuzbandes resultieren und Komplikationen, die sich aus Behandlungsfehlern ergeben.

Der bereits unter Punkt 1.1.3 beschriebene Pathomechanismus führt bei einem unbehandelten Knie mit einer anteromedialen Rotationsinstabilität in der Folge zu unterschiedlich starken Verschleißerscheinungen im Kniegelenk. Abhängig sind diese von der ligamentären bzw. muskulären Stabilisierung des Knies, der Intensität der Belastung und von Grad und Dauer der Instabilität.

Vor allem Meniskusschäden und arthrotische Veränderungen gehen mit einer längerfristigen bzw. chronischen Knieinstabilität einher. So steigt das Risiko eines konsekutiven Meniskusschadens nach VKB-Ruptur in einem nicht behandelten Knie nach 10 Jahren auf bis zu 80% (LEVY und MEIER, 2003). Ein ähnliches Ergebnis ergab sich für den Zusammenhang zwischen Kniegelenksinstabilität und der Entwicklung einer Gonarthrose. Auf einen entsprechenden zeitlichen Zusammenhang wurde bereits mehrfach hingewiesen (ROOS et al., 1995; GILLQUIST und MESSNER, 1999).

Diese Betrachtungen zeigen, dass die wichtigste Maßnahme zur Vermeidung weiterer intraartikulärer Schäden die Restabilisierung des Kniegelenks ist (BRAY und DANDY, 1989; CONTEDUCA et al., 1991).

Die folglich richtige und zu befürwortende Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes birgt, wie jeder chirurgische Eingriff die Gefahr von zusätzlichen Komplikationen. Je nach verwendetem Transplantat und angewandter Operationstechnik fallen diese unterschiedlich stark ins Gewicht. Neben allgemeinen Komplikationen wie Infektionen, Thrombosen oder postoperativen Schmerzen, können in der Folge einer Kreuzbandrekonstruktion auch spezifischere Komplikationen auftreten. Zu nennen sind hier neben einer erneuten Instabilität, einer Reruptur oder einer Arthrofibrose mit konsekutiver Bewegungseinschränkung auch seltenere wie Ankylose oder Patellafraktur (PASSLER et al., 1995; RUPP et al., 1994; MAYR et al., 2004; STEIN et al., 2002).

## **1.2 Revisionsoptionen nach fehlgeschlagenem Ersatz des vorderen Kreuzbandes**

### **1.2.1 Ursachen für eine fehlgeschlagene Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes**

Verschiedene Studien belegen in 75% bis 95% der Fälle gute bis exzellente Ergebnisse in Bezug auf Stabilität und Schmerzlinderung nach primärer Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes. Dennoch zeigt sich bei 0,7 % bis 8 % der Patienten eine erneute Instabilität aufgrund von Transplantatversagen (FAGELMAN und FREEDMAN, 2005; WETZLER et al., 1996).

Eine allgemeingültige Definition einer fehlgeschlagenen VKB-Rekonstruktion gibt es nicht. JOHNSON und FU (1995) definierten die Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes als fehlgeschlagen, wenn das Knie eine erneute Instabilität aufweist oder wenn bei einem zwar stabilen aber steifen und schmerzhaften Knie nur eine auf 10° bis 120° begrenzte Flexion möglich ist.

Ähnlich werden fehlgeschlagene VKB-Rekonstruktionen von ALLEN et al. (2003) definiert. Ihre Einteilung verweist auf Bewegungsverlust, Arthrofibrose, Extensorendysfunktion, Arthrose oder rezidivierende Schmerzen als Ergebnis eines Rekonstruktionsversagens. Des Weiteren werden erneute Instabilität oder pathologische Laxizität aufgrund von Transplantatversagen genannt.

Patienten selbst führen als Hauptprobleme meist Schmerz, Bewegungseinschränkung oder Instabilität an.

Die Ursachen hierfür sind vielfältig und können sowohl uni- als auch multifaktoriell sein. FAGELMAN und FREEDMAN (2005) teilen die Ätiologie des Transplantatversagens in 3 Hauptkategorien ein:

- chirurgische Fehler
- biologisches Versagen durch mangelhafte Einheilung des Transplantats
- erneutes Trauma

CARSON et al. (2004) untersuchten die Ursachen für das Versagen der primären Kreuzbandplastik und konnten in 52% der Fälle chirurgisch-technische Fehler, wie etwa die Fehlplatzierung des femoralen Bohrkanals dafür verantwortlich machen. Bei 25% ihrer Patienten ereigneten sich traumatische Rupturen, 8% zeigten eine mangelnde



Transplantatinkorporation, 3% hatten deutliche Bewegungseinschränkungen und bei weiteren 3% versagten die verwendeten synthetischen Transplantate. Bei 9% der Patienten war eine exakte Zuordnung nicht möglich. Deutlich wird hierbei vor allem der Stellenwert iatrogenen Fehler. Das chirurgische Können eines Operators scheint für eine erfolgreiche VKB-Rekonstruktion von essentieller Bedeutung zu sein.

In der gerade zitierten Studie lieferte der Revisionseingriff in 63% der Fälle gute oder sehr gute Ergebnisse. Diese liegen damit durchschnittlich niedriger als bei Primärinterventionen. JOHNSON und COEN (1995) bestätigten diese Aussage.

Zu den häufigsten chirurgischen Fehlern zählen nach JAUREGUITO und PAULOS (1996) und nach FAGELMAN und FREEDMAN (2005):

- Falsche Bohrkanaalplatzierung
- Unzureichende Notchplastik mit konsekutivem Impingement
- Unzureichende Spannung des Transplantats
- inadäquate Transplantatfixation

Für ein biologisches Versagen machen die Autoren neben Infektionen oder einer Arthrofibrose auch eine schlechte Vaskularisierung oder eine Abstoßungsreaktion gegenüber Fremdgewebe verantwortlich.

Als Ursachen für ein traumatisches Versagen der primären VKB-Plastik erwiesen sich eine zu aggressive Rehabilitation, mangelnde Compliance des Patienten, eine erneute traumatische Verletzung, sowie eine verfrühte Wiederaufnahme von Sportarten, die mit einer starken Beanspruchung einhergehen (SALMON et al., 2005).

Die unterschiedliche Ätiologie der einzelnen Fehlschläge bedarf entsprechend spezifischer Maßnahmen. Im Folgenden konzentrieren wir uns ausschließlich auf Revisionseingriffe nach vorhergehender, erneuter Instabilität und somit auf die erneute Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandersatzes.

### **1.2.2 Erneuter Ersatz des vorderen Kreuzbandes**

Aus unseren Vorüberlegungen zur Transplantatwahl bei Primäroperationen ist ersichtlich, dass es das ideale Transplantat bisher nicht gibt.

Für die erneute Rekonstruktion ist die prinzipielle Einschätzung der Vor- und Nachteile einzelner Transplantattypen im Hinblick auf ihre strukturellen Eigenschaften, ihre biologische Wertigkeit und die operationstechnische Handhabung deckungsgleich mit der Situation bei der Primärrekonstruktion (KOHN und RUPP, 2000). Das Ergebnis nach Revision fällt allgemein schlechter aus als nach Primäroperation (JOHNSON et al., 1996).

Da Revisionseingriffe höhere Anforderungen an das Können und die Erfahrung des Operateurs stellen, ist eine patientenindividuelle präoperative Analyse der fehlgeschlagenen Primäroperation unumgänglich für eine optimale Durchführung der Revision.

Faktoren die bei einem Revisionseingriff zusätzlich von Bedeutung sind, fassten ALLEN et al. (2003) zusammen. Ihrer Ansicht nach sollte bei der präoperativen Analyse vor allem auf das bei Primärrekonstruktion verwendete Transplantat, die Lage des Bohrkannals, mögliche Bohrkannalerweiterungen, das Vorhandensein einer patellofemorale Symptomatik, existierende Inzisionen und auf zusätzliche Verletzungen, die ein weiteres chirurgisches Eingreifen benötigen, geachtet werden.

Zusätzlich spielt die Gewebeverfügbarkeit eine gewichtige Rolle im Hinblick auf die Planung der erneuten Rekonstruktion.

Sofern verfügbar werden auch bei Revisionseingriffen häufig das mittlere Patellarsehnedrittel und die Hamstringsehnen verwendet. Einen höheren Stellenwert nehmen hierbei die bei Primäreingriffen seltener verwendeten Transplantate ein. Neben der Quadricepssehne sind hier vor allem die unterschiedlichen allogenen Transplantate zu nennen.

Bei Verwendung eines Autografts bestehen drei unterschiedliche Entnahmooptionen. Neben der Verwendung eines anderen Autografts desselben Knies (zum Beispiel eines Hamstringtransplantats nach primärem Ersatz mit dem mittleren Patellarsehnedrittel), besteht die Option der Entnahme desselben Transplantattyps von der kontralateralen Seite. Eine weitere Möglichkeit ist die erneute Entnahme des bei der Primärrekonstruktion verwendeten Transplantats (Reharvesting). Diese rege diskutierte Option besteht nur nach einer genügendlangen Zeitspanne zwischen Erstrekonstruktion und Revision. COUPENS et

al. (1992) nennen hierfür einen Zeitraum von mindestens 18 Monaten nach Erstentnahme des Transplantats.

So wurde beispielsweise die erneute Entnahme des mittleren Patellarsehnendrittels von einigen Autoren als positiv bewertet und befürwortet (COLOSIMO et al., 2001; COUPENS et al., 1992). Andere Studien verweisen auf schlechtere biomechanische Eigenschaften des erneut entnommenen Patellarsehnendrittels und raten von seiner Verwendung ab (SCHERER et al., 1993; PROCTOR et al., 1997; LAPRADE et al., 1997).

Um diese Problematik zu umgehen, das kontralaterale Knie zu schonen und dennoch die Vorteile eines Patellarsehnendrittels zu nutzen, empfehlen WOODS et al. (2001) die Nutzung eines lateralen Teils der Patellarsehne in der Revisionschirurgie.

Auch bei der Verwendung des kontralateralen Patellarsehnendrittels gibt es unterschiedliche Ansichten. Während etwa SHELBOURNE und URCH (2000) dessen Einsatz in der Revisionschirurgie befürworten, weisen PAESSLER et al. (2002) in ihrer Studie auf die dadurch entstehenden Komplikationen an dem bisher gesunden Entnahmeknie hin und empfehlen die Revision mit Hamstringsehnen oder der Quadricepssehne.

Die Semitendinosus-/Gracilisplastik wird nicht nur in der primären, sondern auch in der Revisionsrekonstruktion des vorderen Kreuzbandes als gute Alternative zum mittleren Patellarsehnendrittel angesehen. Da es sich bei dieser Plastik um ein reines Sehnentransplantat handelt, ist ihre Anwendung in der Revisionschirurgie teilweise limitiert. Nach der Primäroperation kann es bei einigen Patienten zu einer Bohrkanelerweiterung (bone tunnel widening) kommen. Wird dieser Kanal auch in der Revision genutzt, so kann dies bei der Verwendung von Hamstringsehnen zu einer inadäquaten Füllung des Bohrkanals und in der Folge möglicherweise zu einer Lockerung des Transplantats führen (ALLEN et al., 2003). Die beidseitigen Knochenblöcke des mittleren Patellarsehnendrittels erweisen sich in dieser Situation als besser geeignet.

Durch ihre einseitige knöcherne Fixierungsmöglichkeit bietet sich auch die Quadricepssehne als interessante Alternative in der Revisionschirurgie an. Gute Langzeitergebnisse der, in der primären Rekonstruktion wenig verbreiteten Quadricepssehne wurden bereits belegt (HOWE et al., 1991). Ihre Entnahme ist jedoch schwierig (FULKERSON und LANGELAND, 1995).

Knochendefekte im Bohrkanaal lassen sich vor allem mit allogenen Transplantaten, aufgrund ihrer meist größeren Knochenblöcke besser ausgleichen als mit reinen Sehnen transplantaten (HÖHER und TILING, 2000). Auch aufgrund der nicht vorhandenen Entnahmemorbidität haben Allografts gerade in der Revisionschirurgie an Bedeutung gewonnen.

### **1.3 Allogener Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit einem Transplantat aus der Patellarsehne**

Unter dem Begriff Allograft versteht man homologe Gewebe von verstorbenen Spendern. Neben den zumeist verwendeten Transplantaten des mittleren Patellarsehnendrittels und der Achillessehne finden auch die Semitendinosus-/Gracilissehne, die Quadricepssehne, sowie die Sehnen des Musculus tibialis anterior und des Musculus tibialis posterior Anwendung (BECKER et al., 2002). Derzeit werden Allografts vor allem bei komplexen Knieverletzungen und bei Revisionseingriffen verwendet. Als weitere Indikationsfelder werden ein höheres Alter, sportlich aktive Heranwachsende und Patienten, die aus beruflichen Gründen häufig Knien müssen genannt (STRICKLAND et al., 2003).

#### **1.3.1 Vorteile und Nachteile gegenüber autologen Transplantaten**

Die Vorteile der Allografts gegenüber autologen Transplantaten sind nach BEYNNON et al. (2005), dass sie keine Entnahmemorbidität verursachen, also auch kein Eingriff in das muskuläre System nötig ist, wie dies beispielsweise bei der Entnahme der Quadricepssehne oder des mittleren Patellarsehnendrittels der Fall ist. Neben einer kürzeren Operationszeit und einem besseren kosmetischen Ergebnis, ist die Verfügbarkeit größerer Knochenblöcke ein weiterer Vorteil. Somit können ausgedehnte Knochendefekte oder Bohrkanaalerweiterungen ohne zusätzlichen Eingriff verschlossen werden.

Aufgrund der geringeren Morbidität werden auch ein geringeres postoperatives Schmerzniveau und eine kürzere Rekonvaleszenzzeit postuliert (MILLER und GLADSTONE, 2002).

Zu den Nachteilen gegenüber autologen Transplantaten zählen vor allem das Infektionsrisiko, eine langsamere Inkorporation, höhere Kosten, eine begrenzte Verfügbarkeit, sowie die Veränderung der biomechanischen Eigenschaften durch bestimmte Sterilisationsprozesse.

Laut BEYNNON et al. (2005) sind sich die bisher beschriebenen Vergleiche zwischen Allografts und Autografts in ihrem Ergebnis nicht einig darüber, ob Allografts eine in allen Bereichen vergleichbare Alternative zu Autografts darstellen.

### **1.3.2 Aufbereitungsarten und Inkorporationsprozess der Spendertransplantate**

Vor allem kältekonserverte (fresh frozen oder deep frozen) Allografts werden zum allogenen Ersatz des vorderen Kreuzbandes verwendet. Im Gegensatz zu frischen allogenen Transplantaten zeigten diese tierexperimentell weder Entzündungs- noch Abstoßungsreaktionen (ARNOCZKY et al., 1986).

Eine weitere Option stellen gefriergetrocknete (freeze dried) Allografts dar. Ihre biomechanischen Eigenschaften erwiesen sich allerdings als schlecht (JACKSON et al., 1987).

Allografts durchlaufen ganz ähnliche Umbauprozesse wie autologe Transplantate mit Absterben des Transplantats, zellulärer Repopulation, Revaskularisierung und kollagenem Umbau. Dieser Prozess scheint bei Allografts nach der Transplantation langsamer zu verlaufen als bei Autografts. Eine verzögerte biologische Inkorporation ist die Folge (JACKSON et al., 1996, 1993; MILLER und GLADSTONE, 2002).

Ein Unterschied in den biomechanischen Eigenschaften zwischen Allografts und Autografts des mittleren Patellarsehndrittels konnte am Tiermodell nicht festgestellt werden (SHINO et al., 1984).

### **1.3.3 Infektionsrisiko durch allogene Transplantate**

Das Risiko der Infektionsübertragung stellt ein gewichtiges Argument gegen die Verwendung allogenen Materials zur Kreuzbandrekonstruktion dar. Neben bakteriellen

Infektionskrankheiten spielen vor allem Virusübertragungen wie die des HI-Virus oder der Hepatitisviren eine bedeutende Rolle. Gleichwohl scheint die tatsächliche Wahrscheinlichkeit einer Virusübertragung, aufgrund der derzeit angewandten Screening- und Reinigungsmethoden, sowie durch die aseptische Gewebeentnahme zwar vorhanden, aber gering zu sein (SIMONDS et al., 1992). BUCK et al. (1989) gaben das Risiko einer HIV Übertragung durch allogenes Knochengewebe mit etwa 1 zu 1,7 Millionen an.

Neben dem Screeningverfahren, in dem die potentiellen Spender auf Pathogene wie HIV oder Hepatitis B und C Viren untersucht werden, spielt bei der Vermeidung der Krankheitsübertragung vor allem der Sterilisationsprozess der Allografttransplantate eine wichtige Rolle.

#### **1.3.4 Entnahme, Reinigung und Sterilisation allogener Ersatztransplantate des vorderen Kreuzbandes**

Um das Übertragungsrisiko von Pathogenen wie etwa dem HI-Virus oder der Hepatitis B oder C Viren so weit wie möglich einzuschränken, müssen sich potentielle Spender einer Screeninguntersuchung unterziehen, die von den einzelnen Gewebebanken durchgeführt wird. Nach dem Ableben des Spenders wird das entsprechende Gewebe meist aseptisch entnommen. Trotz dieser aseptischen Entnahme ist das entsprechende Gewebe nicht als steril zu definieren, da es möglicherweise Träger von Infektionen des Spenders ist, die während des Screeningprozesses unentdeckt blieben (VANGSNESS, 2006).

Um potentielle Verunreinigungen weiter zu reduzieren, werden die Transplantate nach der Entnahme zumeist mechanischen und/oder chemischen Reinigungs- bzw. Desinfektionsprozessen unterzogen, in denen Knochenmark, Blutbestandteile und Lipide soweit wie möglich entfernt werden. Die einzelnen Prozesse differieren je nach Gewebebank erheblich voneinander.

Um ein definitionsgemäß steriles Transplantat zu erhalten, stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Als Hauptproblem zeigt sich hierbei eine höchstmögliche Reinheit des Transplantats zu erhalten, ohne dabei seine biomechanischen Eigenschaften zu beeinträchtigen.

Derzeit gibt es verschiedene Ansätze, um diesem Ziel so nah wie möglich zu kommen. Eine eindeutig beste Sterilisationsmethode existiert bisher nicht. Gängige Methoden sind die Behandlung des Transplantats mit  $\gamma$ -Strahlen, mit Ultraschall oder biologischen Reinigungsmitteln wie Antibiotika, Alkohol, Wasserstoffperoxid oder Peressigsäure. Keine dieser Lösungen bietet derzeit eine ausreichende Sterilisierung ohne das Gewebe in seinen biomechanischen Eigenschaften zu verändern oder nach Implantation biologische Reaktionen nach sich zu ziehen (VANGSNESS, 2006).

Die früher häufig angewandte Behandlung des Transplantats mit Ethylenoxid, ist aufgrund ihrer katastrophalen Folgen heute obsolet. Untersuchungen zeigten, dass es postoperativ sehr häufig zu persistierender Synovitis, chronischen Ergüssen, zum Versagen des Transplantats und zu zystischen Veränderungen im Knochen um den Bohrkanal kam (JACKSON et al., 1990; ROBERTS et al., 1991).

Auch die Sterilisation der Allografttransplantaten mit  $\gamma$ -Strahlen ist nicht unumstritten. Eine zu hohe Dosierung kann das Kollagengewebe des Transplantates angreifen und so seine mechanischen Eigenschaften verändern. Bereits bei einer Dosis von 20.000 Gy (2,0 Mrad) zeigten sich statistisch signifikante Veränderungen der Biomechanik des Transplantats. Auf der anderen Seite ist eine Bestrahlung mit 30.000 Gy (3,0 Mrad) oder mehr notwendig, um beispielsweise das HI-Virus aus einem Transplantat komplett zu eliminieren (FIDELER et al., 1995, 1994). Die derzeit verwendeten Strahlungsdosen liegen zwischen 15.000 Gy und 25.000 Gy (1,5 - 2,5 Mrad).

Ein verhältnismäßig neues Reinigungsverfahren für Knochentransplantate untersuchten MROZ et al. (2006). Die Transplantate wurden nach dem so genannten BioCleanse<sup>TM</sup> Verfahren der Firma Regeneration<sup>TM</sup><sup>1</sup> zuerst mechanisch gereinigt und danach mit verschiedenen Reinigungsmitteln sterilisiert. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe konnte kein signifikanter Unterschied der biomechanischen Eigenschaften festgestellt werden. Von ähnlich guten Erfahrungen wurde nach der Sterilisation allogenen Gewebes mit Peressigsäure berichtet (SCHEFFLER et al., 2005).

---

<sup>1</sup> Regeneration<sup>TM</sup> Technologies, Inc., Alachua, FL

## **2. Fragestellung**

Bestehen funktionelle Unterschiede der mittelfristigen Ergebnisse in der Revisionschirurgie des vorderen Kreuzbandes? Als Ersatzplastiken des vorderen Kreuzbandes wurden verglichen das mittlere Patellarsehnendrittel Allograft (fresh frozen, mechanisch gereinigt) mit dem mittleren Patellarsehnendrittel Autograft. Als Hauptzielkriterium fand das Formblatt zur Untersuchung des Knies des IKDC 2000 Scores Berücksichtigung.



### **3. Material und Methoden**

#### **3.1 Aufbau der Studie**

##### **3.1.1 Art der Studie**

Vorgelegt wird eine retrospektive, klinische Fallkontrollstudie. Verglichen wird hierbei das Ergebnis nach vordere Kreuzbandplastik durch mechanisch gereinigtes fresh frozen Allograft aus dem mittleren Patellarsehndrittel mit der, unter Zufallsauswahl bestimmten vorderen Kreuzbandplastik aus dem mittleren Patellarsehndrittel Autograft, jeweils mit proximalem und distalem Knochenblock.

Unsere Studie entspricht einem Level of Evidence II nach DICK (1998).

##### **3.1.2 Methodisches Vorgehen**

Zwischen Mai 2000 und Juli 2002 unterzogen sich in einer orthopädischen Klinik in München 24 Patienten einer arthroskopischen Zweitrekonstruktion mit Ersatz des vorderen Kreuzbandes durch ein Patellarsehndrittel Allograft. Von diesen 24 Patienten konnten, aufgrund der Studienkriterien 20 Patienten in die Studie aufgenommen werden. Um eine zufällige Verteilung der Kontrollgruppe zu gewährleisten, wurden als Vergleichspopulation zusätzlich die Patienten herangezogen, die in der Operationsfolge als zeitlich nächste, im Rahmen eines Revisionseingriffs mit einem Patellarsehndrittel Autograft versorgt wurden (matched pairs Prinzip).

Die Operationen wurden von zwei erfahrenen Operateuren in identischer Technik durchgeführt.

## **3.2 Patienten**

### **3.2.1 Patientenalter und Patientengeschlecht**

Das durchschnittliche Alter der mit einem Allografttransplantat versorgten Patienten lag zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei 32 Jahren (19 – 47 Jahre), das der Kontrollgruppe bei 35 Jahren (18 – 67 Jahre).

65 % (n=13) der Allograftpatienten waren männlich und 35% (n=7) weiblich. In der Kontrollgruppe waren 70% (n=14) männlich und 30% (n=6) weiblich.

### **3.2.2 Aufnahme- und Ausschlusskriterien**

In die Studie aufgenommen wurden Patienten, die sich bereits früher einer Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes unterzogen hatten und erneut präoperativ, nach einer Kreuzbandruptur an einer anteromedialen Knieinstabilität Grad II litten und in dem unter 3.1.2 genannten Zeitraum erneut versorgt worden waren. Als Kreuzbandersatz wurden mechanisch gereinigte fresh frozen Patellarsehndrittel Allograft einer US-amerikanischen Gewebebank und mittlere Patellarsehndrittel Autograft verwendet.

Von der Studie ausgeschlossen wurden Patienten, bei denen zum Zeitpunkt der Revision gleichzeitig mehrere Kniebänder versorgt worden waren oder die Knorpelulcera, eine Gonarthrose grösser 1° (nach JÄGER und WIRTH, 2001) oder komplexe Instabilitäten aufwiesen.

### **3.2.3 Operations- und Nachuntersuchungszeitraum**

Alle Patienten wurden zwischen Mai 2000 und Juli 2002 operiert und in der Zeit von Januar 2003 bis Oktober 2003 nachuntersucht.

Es ergab sich ein durchschnittlicher Nachuntersuchungszeitraum von 20,4 Monaten (12 – 41 Monate) in der Gruppe der Allograftpatienten und von 20,3 Monaten (12 – 36 Monate) in der Kontrollgruppe.

### 3.2.4 Operationstechniken

#### Ersatz des vorderen Kreuzbandes durch das mittlere Patellarsehnendrittel Allograft:

Verwendet wird ein fresh frozen Patellarsehnendrittel Allograft einer US-amerikanischen Gewebebank (siehe 3.2.5), welches vorausgehend in 37° warmer isotoner NaCl-Lösung aufgetaut wurde. Das Allograft stammt aus dem mittleren Patellarsehnendrittel eines Spenders im Alter zwischen 18 und 50 Jahren und ist mechanisch gereinigt. Vor der Operation wird das Allotransplantat präpariert und daraufhin mit 70N für eine Dauer von 5 min. vorgespannt, um die durch den Gefrierzustand eingetretene Längenänderung rückgängig zu machen. Nach arthroskopischer Eröffnung des Kniegelenks werden die Reste des rupturierten vorderen Kreuzbandes entfernt. Danach wird der erste Bohrkanal durch den Tibiakopf zum originären Ansatzbereich des vorderen Kreuzbandes angelegt. Der zweite Bohrkanal geht von intraartikulär aus durch den originären Ursprungsbereich des vorderen Kreuzbandes in die laterale Femurmetaphyse. Die Stärke der Bohrkanäle und der Transplantatknochenblöcke beträgt jeweils 10mm. Abschließend wird das Allografttransplantat intraartikulär von distal nach proximal durchgezogen und dann distal mit einer Titan Interferenzschraube 9x20 mm und proximal, mit einer von intraartikulär eingebrachten Titan Interferenzschraube 7x26 mm fixiert. Es wurden jeweils Schrauben der Firma TIKOM®<sup>2</sup> verwendet.

#### Ersatz des vorderen Kreuzbandes durch das mittlere Patellarsehnendrittel Autograft:

Zu Beginn wird, in Abhängigkeit von der, bei der Erstoperation verwendeten Ersatzplastik, entweder das ipsilaterale oder das kontralaterale Patellarsehnendrittel des Patienten, zusammen mit einem distalen und einem proximalen Knochenblock entnommen. Danach erfolgen die Präparation des Autografttransplantats und die intraartikuläre Entfernung der Reste der ersten, rupturierten vorderen Kreuzbandplastik. Sowohl durch den Tibiakopf wie auch, von intraartikulär ausgehend, durch die laterale Femurmetaphyse wird nun jeweils ein Bohrkanal angelegt, der, wie auch die Knochenblöcke des Autografttransplantats, eine Stärke von 10mm besitzt. Im Weiteren wird das Transplantat von distal nach proximal in die Gelenkhöhle eingebracht und distal mit einer Titan Interferenzschraube 9x20 mm, sowie

---

<sup>2</sup> TIKOM® GmbH, Fürth, Bayern

proximal mit einer Titan Interferenzschraube 7x26 mm fixiert. Es wurden jeweils Schrauben der Firma TIKOM®<sup>3</sup> verwendet.



Abb. 1: Arthroskopische Aufnahme einer VKB-Plastik mit einem mittleren Patellarsehnendrittel nach Insertion

### **3.2.5 Mechanisch gereinigtes fresh frozen Patellarsehnendrittel Allograft als Transplantat**

Bei allen an der Studie teilnehmenden Patienten die ein allogenes Transplantat erhielten, wurde ein mechanisch gereinigtes fresh frozen Patellarsehnendrittel Allograft der Firma Regeneration™<sup>4</sup> verwendet. Dieses Transplantat wurde Spendern im Alter zwischen 18 und 50 Jahren entnommen und daraufhin auf folgende Pathogene getestet:

- Hepatitis C Virus Antikörper
- Hepatitis B Surface Antigen
- Hepatitis B Core Antikörper
- Human Immunodeficiency Virus Typ 1 Antikörper
- Human Immunodeficiency Virus Typ 2 Antikörper
- Human Immunodeficiency Virus Typ 1 DNA durch Polymerase Chain Reaction (PCR)
- Humanes T-Zell-Leukämie-Virus Typ I Antikörper
- Humanes T-Zell-Leukämie-Virus Typ II Antikörper
- Syphilis

---

<sup>3</sup> TIKOM® GmbH, Fürth, Bayern

<sup>4</sup> Regeneration™ Technologies, Inc., Alachua, FL

In einem von Regeneration™ speziell entwickelten Verfahren namens BioCleanse™ werden dem Transplantat zuerst Blut, Knochenmark und Lipide durch einen Vakuum-Druck-Prozess entzogen. Somit werden die Strukturen entfernt, die am ehesten ein Reservoir für mögliche Pathogene darstellen. Im nächsten Schritt wird das Gewebe durch die Anwendung von Ascorbinsäure, PVP-Jod, Isopropanol, Wasserstoffperoxid und physiologischer Kochsalzlösung bei niedrigen Temperaturen sterilisiert, wobei sowohl Viren, Bakterien, Pilze als auch Sporen abgetötet werden. Im letzten Schritt werden die Transplantate durch einen Spülprozess mit sterilem Wasser wieder biokompatibel gemacht. Vor ihrer chirurgischen Verwendung werden die Allografttransplantate bei -40°C gelagert.



Abb. 2: markiertes Allografttransplantat

### **3.2.6 Patientenuntersuchung**

#### **3.2.6.1 Problemspezifischer eigener Untersuchungsbogen**

Um sämtliche problemnahen Fragestellungen genau erörtern zu können, wurde für diese Studie ein eigener Frage- und Untersuchungsbogen konzipiert, der sich aus vier Themenbereichen zusammensetzt. Der erste Abschnitt befasst sich mit der Primäroperation des Patienten, deren Verlauf, deren Nachbehandlung und der perioperativen Schmerzsymptomatik. Der zweite Abschnitt behandelt den Revisionseingriff, dessen Verlauf, dessen Nachsorge und dessen perioperative Schmerzsymptomatik. In den beiden letzten Teilen werden der subjektive bzw. der objektive Nachuntersuchungsbefund festgehalten. Hierbei stehen zum einen die momentane Schmerzsymptomatik und zum anderen die

manuelle Untersuchung auf Stabilität und Beweglichkeit der Kreuzbandplastik im Vordergrund. Der komplette Untersuchungsbogen ist im Anhang unter 11.4 ersichtlich.

### **3.2.6.2 Klinische Untersuchung**

Unsere Patienten wurden im Hinblick auf die Anforderungen des IKDC 2000 Scores und auf die Fragestellungen unseres eigenen Fragebogens hin auf Stabilität und Beweglichkeit des operierten Knies untersucht.

Alle Untersuchungen wurden von demselben, unabhängigen und erfahrenen Facharzt für Orthopädie durchgeführt und jeweils mit der Gegenseite verglichen. Die Ergebnisse wurden auf einem eigenen Untersuchungsprotokoll festgehalten, welches im Anhang unter 11.5 einzusehen ist.

#### Folgende klinische Untersuchungen wurden durchgeführt:

Wir untersuchten den Bewegungsumfang nach der Neutral-Null-Methode (DEBRUNNER, 1994), die Umfangmasse von Ober- und Unterschenkel, die Aufklappbarkeit des Kniegelenkes nach medial und nach lateral in 20° Flexion (KOHN, 2000), sowie die Gesamt-AP-Translation in 25° Flexion. Ebenfalls durchgeführt wurden der Lachman-Test in 25° Flexion, wie bei TORG et al. (1976) beschrieben, sowie der Pivot-Shift-Test nach GALWAY et al. (1980) und nach JAKOB et al. (1987).

Die Crepitatio wurde sowohl über dem Patellofemoralgelenk, als auch über dem medialen bzw. dem lateralen Kompartiment untersucht.

Im Weiteren wurde geprüft ob das Kniegelenk überwärmt, ergussaltig oder geschwollen ist und ob eine Patellafehlstellung oder eine Transplantatentnahmemorbidität vorliegen.

Die vordere Schublade wurde mittels des KT1000<sup>TM</sup><sup>5</sup> gemessen, wie unter 3.3.3 beschrieben.

---

<sup>5</sup> KT1000<sup>TM</sup> Knee Ligament Arthrometer® der Firma MEDmetric®, San Diego, CA

### **3.3 Verwendete Instrumente und Materialien**

#### **3.3.1 Scores**

##### **3.3.1.1 IKDC 2000 Score**

Der IKDC 2000 Score ist eine Weiterentwicklung des IKDC Evaluationsbogens (HEFTI et al., 1993), der vom International Knee Documentation Committee (IKDC), einem Zusammenschluss europäischer und amerikanischer Kniechirurgen, entwickelt wurde. Der IKDC Score basiert auf den Grundlagen des Evaluationsbogens der Orthopädischen Arbeitsgruppe Knie (OAK) (MÜLLER et al., 1988).

Für Patienten mit vorderer Kreuzbandruptur wurde der IKDC Score teilvalidiert (IRRGANG et al., 1998). Eine Gesamtvalidierung des IKDC 2000 Scores konnte zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit nicht ermittelt werden.

Der IKDC 2000 Score besteht aus sechs, auch einzeln verwendbaren Formblättern.

Folgende Formblätter sind Teil des IKDC 2000 Scores:

- Demographisches Formblatt
- Formblatt zur subjektiven Beurteilung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes
- Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies
- Formblatt zur Anamnese des Knies
- Chirurgisches Dokumentationsblatt
- Formblatt zur Untersuchung des Knies

Neben einzelnen, wichtigen Auszügen aus dem gesamten IKDC 2000 Score, fanden in unserer Studie vor allem das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies und das Formblatt zur Untersuchung des Knies Verwendung, da diese in eine endgültige Bewertung mit einfließen und einen numerischen Vergleich mit anderen Arbeiten zulassen. Alle anderen Formblätter dienen hauptsächlich Dokumentationszwecken und spielen für diese Arbeit eine untergeordnete Rolle.

Mit dem Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies wird der Grad der Zufriedenheit des einzelnen Patienten bemessen. Die Bewertung erfolgt in Prozent und wird anhand eines vorgegebenen Schemas errechnet.

Bei der Auswertung des Formblattes zur Untersuchung des Knies werden die Patienten aufgrund der Untersuchungsergebnisse in eine von vier Leistungsgruppen (A-D) eingeteilt, um so eine objektive Darstellung des Zustandes des operierten Knies zu erhalten.

Gruppe A entspricht hierbei einem normalen Zustand des operierten Knies, Gruppe B einem fast normalen, Gruppe C einem abnormalen Zustand und Gruppe D einem deutlich abnormalen Zustand.

Das Formblatt zur Untersuchung des Knies wurde aus dem IKDC Evaluationsbogen von 1993 (HEFTI et al., 1993) übernommen und um einige wenige Punkte erweitert.

Im Anhang (unter 11.1) ist der gesamte IKDC 2000 Score, zusammen mit den jeweiligen Berechnungsgrundlagen einzusehen.

Die objektive Bewertung mit dem IKDC 2000 Score stellt in unserer Studie, in Verbindung mit der Stabilitätsmessung durch den KT1000™<sup>6</sup> das Hauptzielkriterium dar.

### **3.3.1.2 Tegner Activity Score**

Den Tegner Activity Score nach TEGNER und LYSHOLM (1985) verwendeten wir in unserer Studie als flankierendes Kriterium. Bei diesem Score wird der einzelne Patient aufgrund seines maximalen Aktivitätslevels einer von 10 Gruppen zugeordnet, wobei die Gruppe 1 dem niedrigsten und die Gruppe 10 dem höchsten Aktivitätslevel entspricht. Der durchschnittliche Aktivitätslevel aller Patienten der einzelnen Gruppen kann somit verglichen werden.

Das Schema des Scores ist im Anhang unter 11.2 einzusehen.

### **3.3.1.3 Lysholm Score**

Der Lysholm Score, vorgestellt von LYSHOLM und GILLQUIST (1982), fand in unserer Studie aufgrund seiner allgemein üblichen Verwendung in der Kniechirurgie als flankierendes

---

<sup>6</sup> KT1000™ Knee Ligament Arthrometer® der Firma MEDmetric®, San Diego, CA



Kriterium Eingang. Er ist nach KRÄMER und MAICHL (1993) der am häufigsten verwendete Score zur Evaluation von Kniebandinstabilitäten.

Bei diesem Score werden einzelnen kniespezifischen Parametern Punktwerte zugeordnet, die in der Summe eine Aussage über die Funktionsfähigkeit des operierten Knies zulassen. Die Durchschnittswerte aller Patienten der einzelnen Gruppen können so miteinander verglichen werden. Bei der Auswertung dieses Scores sind als Ergebnis Werte zwischen 0 und 100 möglich, wobei ein Wert von 100 einem voll funktionsfähigen, gesunden Knie entspricht. Der Lysholm Score ist im Anhang unter 11.3 einzusehen.

### **3.3.2 Visuelle Analogskala (VAS) zur Schmerzbestimmung**

Um die Schmerzintensität adäquat zu erfassen, wurde eine visuelle Analogskala (VAS) verwendet, wie bei JENSEN et al. (1989) beschrieben. Die Patienten wurden aufgefordert anhand einer Verschiebeskala mit definiertem Anfangspunkt (keine Schmerzen) und definiertem Endpunkt (unerträgliche Schmerzen) ohne weitere Unterteilung ihren Schmerz zu definieren. Die Angabe des Patienten wurde daraufhin von dem Untersucher mit einer, dem Patienten unzugänglichen, nummerierten Skala verglichen, um so ein numerisches Äquivalent der Schmerzangabe zu erhalten. Das Spektrum der Skala reichte von 0 (= keine Schmerzen) bis 10 (= unerträgliche Schmerzen). Laut SCHOCKENHOFF (1999) handelt es sich hierbei um ein geeignetes Verfahren um die Schmerzintensität in einem statistisch auswertbaren Maße zu beschreiben.

### **3.3.3 KT1000™ Knee Ligament Arthrometer®**

Um die Translation der vorderen Kreuzbandplastik objektiv messen zu können, wurde der KT1000™ Knee Ligament Arthrometer® der Firma MEDmetric®<sup>7</sup> verwendet, dessen Reliabilität bereits in mehreren Studien verifiziert wurde (WROBLE et al., 1990; HIGHGENBOTEN et al., 1989).

ANDERSON et al. (1992) stellten in ihrem Vergleich von 5 verschiedenen Messgeräten fest, dass der KT1000™ im Vergleich zu den Übrigen die beste Reproduzierbarkeit und die größte Genauigkeit aufweist.

---

<sup>7</sup> MEDmetric®, San Diego, CA

Alle Messungen in unserer Studie wurden von demselben unabhängigen Untersucher, dem Doktoranden, durchgeführt.

Durch den im Folgenden geschilderten, schematisierten Untersuchungsablauf (nach DANIEL, 1993) wurde versucht, Messfehler soweit wie möglich auszuschließen.

Der Patient liegt in Rückenlage und entspannt auf der Untersuchungsfläche. Zu Beginn werden die Beine durch eine Unterlage in der Kniekehle in 25° Flexion gebracht. Um bei einer absoluten Relaxation des Bandapparates eine solide Fixierung zu erhalten, werden beide Oberschenkel am distalen Drittel durch ein Band fixiert, sowie die Füße auf Höhe des oberen Sprunggelenks in eine spezielle Vorrichtung eingespannt. Das Messgerät wird nun mit Hilfe zweier Fixierungsbänder, wie in Abbildung 3 dargestellt, am Unterschenkel angebracht, und der Messstempel des KT1000™ auf der Patellamitte aufgesetzt.

Der Messvorgang wird jeweils zuerst am unverletzten Knie durchgeführt, um dadurch einen Referenzwert zu erhalten.

Die vordere Translation der Tibia gegenüber dem Femur wird mit einer Zugvorrichtung an der Oberseite des Messgerätes erzeugt und auf einer, dieser Zugvorrichtung angeschlossenen, Messskala in mm angezeigt.

Fünf verschiedene Untersuchungseinheiten werden an jedem Knie durchgeführt. Sie erfolgen mit den Kraftdosen 90N, 135N, 180N, sowie bei maximaler Zugkraft, durch manuellen Zug des Untersuchers am proximalen Drittel der Tibia (Manual Maximum Displacement Test) und bei aktiver Bewegung des Patienten durch Anspannung des Musculus quadriceps femoris (Active Displacement Test). Jede Untersuchungseinheit wird dreimal durchgeführt. Als Ergebnis wird der Mittelwert der 3 Messergebnisse verwendet, sofern sich die Einzelwerte nicht um mehr als 1mm voneinander unterscheiden.

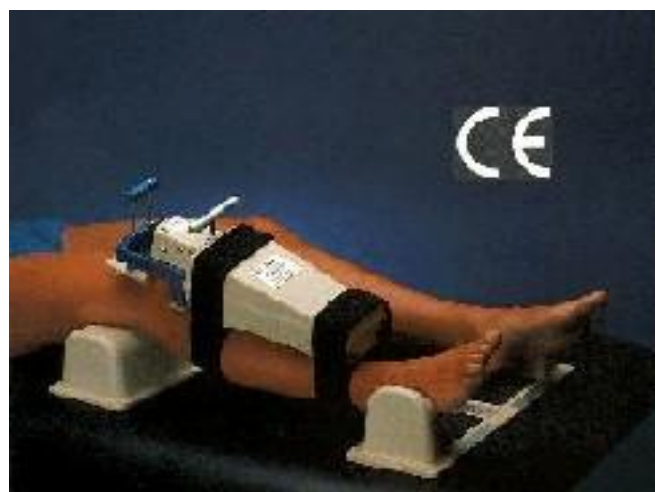


Abb. 3: KT1000™ Knee Ligament Arthrometer® der Firma MEDmetric® (in Anwendung)

### **3.3.4 Röntgen- und MRT Analyse**

Bei 92,5% (37/40) aller an der Studie teilnehmenden Patienten konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine radiologische Analyse durchgeführt werden. Es wurde jeweils eine posterior-anteriore Aufnahme im Einbeinstand, eine seitliche Aufnahme bei in 35° flexiertem Kniegelenk und eine transversale Aufnahme der Patella in 30° Beugung nach Jaroschy (HEPP, 1983) angefertigt. So konnte eine Beurteilung von Gonarthrose, Bohrkanalpositionierung und von Bohrkanelweiterungen vorgenommen werden. Untersucht wurden auch der Patellatiltwinkel nach LAURIN et al. (1978) und der Patellastand nach INSALL und SALVATI (1971).

Bei 70% (28/40) der Patienten lagen uns zusätzlich Röntgenaufnahmen aus der Zeit vor dem Revisionseingriff (> 12 Monate vor der Nachuntersuchung) vor, die wir in unsere Studie, unter Auswertung der oben genannten Kriterien, miteinbezogen.

Zur Beurteilung der Arthroseausprägung verwendeten wir die Gradeinteilung nach JÄGER und WIRTH (2001).

Aufgrund der sehr geringen Fallzahl von Patienten (5/40), die sich im Rahmen unserer Untersuchungen einer MRT Diagnostik unterzogen oder ein aktuelles MRT Bild vorweisen konnten, verwerten wir diese nur als flankierende Daten.

### **3.3.5 Instrumente der statistischen Datenerhebung**

Die statistische Datenerhebung wurde mit dem Computerprogramm SPSS®, Version 11.5, der Firma SPSS Inc. durchgeführt.

Folgende statistische Tests wurden verwendet:

- Fisher`s exact test:

Beim Vergleich qualitativer, unverbundener Merkmale und kleiner Fallzahl

- t-Test für unverbundene Stichproben:

Bei normalverteilten, quantitativen Merkmalen

- t-Test für verbundene Stichproben:  
Bei normalverteilten, quantitativen Merkmalen
- Mann-Whitney-U-Test:  
Bei unverbundenen Stichproben mit quantitativen Merkmalen und beliebiger Verteilung

Als signifikant wurden Ergebnisse bei  $p < 0,05$  gewertet.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Beobachtungen zu den Primäroperationen aller an der Studie teilnehmenden Patienten

#### 4.1.1 Zeitpunkt und Art der primären Bandrekonstruktion

Der Zeitabstand zwischen der ersten VKB-Rekonstruktion und unserer Nachuntersuchung bei allen an der Studie teilnehmenden Patienten (n=40) lag im Mittel bei 8,5 Jahren (2,4 – 24,4 Jahre). 57,5% (n=23) der Patienten wurden bei der primären Bandrekonstruktion mit einem Patellarsehnendrittel Autograft versorgt, 12,5% (n=5) mit einer Semitendinosussehnenplastik, 12,5% (n=5) mit einer vorderen Kreuzbandnaht, 7,5% (n=3) mit einem Kunststofftransplantat, 2,5% (n=1) mit einem Patellarsehnendrittel Allograft und 2,5% (n=1) mit einer Naht des vorderen Kreuzbandes und zusätzlicher Augmentation. Bei 5% (n=2) blieb die Art der primären Bandrekonstruktion unklar.

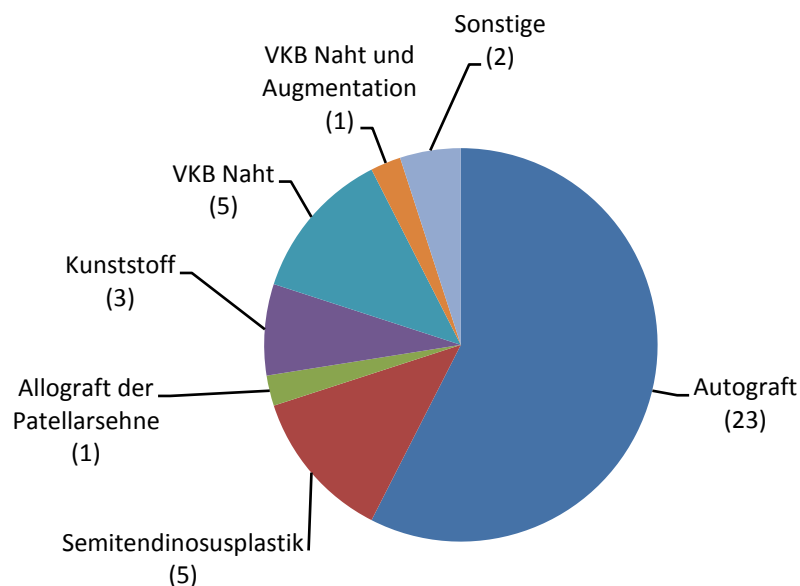


Abb. 4: Art der primären Bandrekonstruktion (n=40)

#### 4.1.2 Zeitabstand Erstunfall – primäre Bandrekonstruktion

Im Durchschnitt ereignete sich der Erstunfall bei allen Patienten 10,41 Monate ( $\sigma = 26,48$  Monate) vor der primären Bandrekonstruktion.

### 4.2 Beobachtungen zu den Revisionseingriffen der Allograft- und der Autograftpatienten

#### 4.2.1 Ursache und Zeitpunkt der erneuten Instabilität

In der Allograftgruppe gaben 60% (12/20) der Patienten ein Trauma als Ursache für eine erneute Instabilität des vorderen Kreuzbandes an (mittlerer Abstand Trauma – Revisionseingriff: 23 Monate ( $\sigma = 32,16$  Monate)), bei 40% (8/20) der Patienten ergab sich die erneute Instabilität ohne erkennbare Ursache.

In der Kontrollgruppe führte bei 55% (11/20) der Patienten ein weiteres Trauma zu erneuter Instabilität (mittlerer Abstand Trauma – Revisionseingriff: 33 Monate ( $\sigma = 40,28$  Monate)), bei 45% (9/20) der Patienten war kein Trauma für die erneute Instabilität feststellbar.

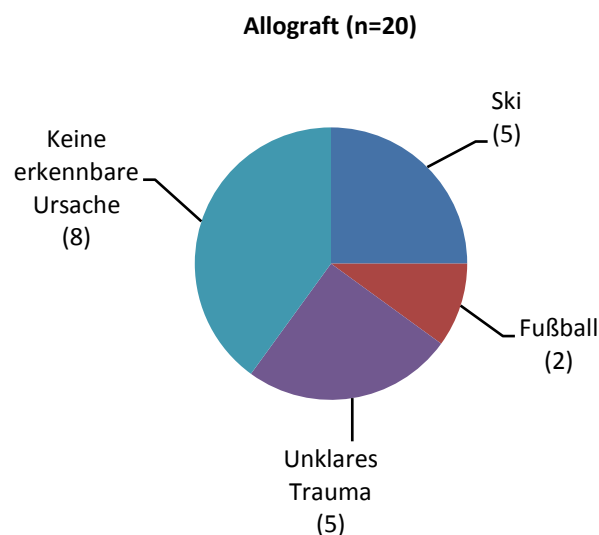


Abb. 5: Unfallursachen vor Revisionseingriff bei Allograftpatienten

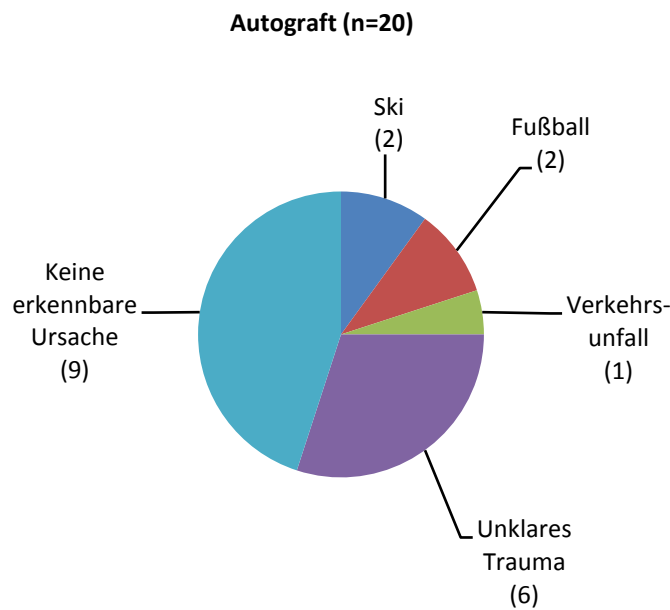


Abb. 6: Unfallursachen vor Revisionseingriff bei Autograftpatienten

#### 4.2.2 Art und Dauer der postoperativen Nachsorge

Nach dem Revisionseingriff wurde allen Patienten das gleiche Nachbehandlungsschema (siehe Anhang 11.7) ausgehändigt, welches von beiden Operateuren, entsprechend ihrer langjährigen Erfahrung zusammengestellt wurde.

Die durchschnittliche Dauer der postoperativen Krankengymnastik nach Revision lag bei den Patienten der Allograftgruppe bei 7,5 Wochen ( $\sigma = 4,2$  Wochen), bei der Kontrollgruppe im Mittel bei 7,9 Wochen ( $\sigma = 3,6$  Wochen). Die Patienten der Allograftgruppe begannen im Mittel 3 Tage nach der Revisionsoperation ( $\sigma = 1,1$  Wochen) mit der Krankengymnastik, die Patienten der Kontrollgruppe begannen durchschnittlich 4 Tage ( $\sigma = 1,1$  Wochen) später.

Eine Lymphdrainage wurde bei den Allograftpatienten durchschnittlich 6,3 Wochen ( $\sigma = 2,9$  Wochen) lang durchgeführt, bei den Patienten der Kontrollgruppe wurde ein Durchschnittswert von 6,2 Wochen ( $\sigma = 2,7$  Wochen) ermittelt. Von den Allograftpatienten wurde die Lymphdrainage durchschnittlich am ersten postoperativen Tag ( $\sigma = 3,2$  Tage) begonnen, die Patienten der Kontrollgruppe begannen im Mittel 4 Tage ( $\sigma = 1,1$  Wochen) nach der Revisionsoperation.

Die Dauer des, im Anschluss an die Krankengymnastik erfolgten Muskelaufbautrainings lag in der Allograftgruppe durchschnittlich bei 13,7 Wochen ( $\sigma = 7,3$  Wochen) und wurde im Durchschnitt 4,2 Wochen ( $\sigma = 1,7$  Wochen) postoperativ begonnen. In der Kontrollgruppe wurden 11,1 Wochen ( $\sigma = 6,7$  Wochen) für die durchschnittliche Dauer des Muskelaufbautrainings ermittelt, wobei im Mittel 4,8 Wochen ( $\sigma = 2,7$  Wochen) nach der Revisionsoperation begonnen wurde.

Auf eine Orthese wurde während der Nachbehandlung in der Regel verzichtet.

#### 4.2.3 Perioperative Schmerzsymptomatik

Ausgewertet wurden die Schmerzen präoperativ am Tag der Revision, die Schmerzen direkt postoperativ ebenfalls am Tag der Revision, die Schmerzen zwei Tage postoperativ, sowie die Schmerzen vier Wochen postoperativ außerhalb und während einer funktionellen Therapie. Die ermittelten Durchschnittswerte sind in den folgenden Tabellen einzusehen, wobei die Zahlenangaben den, anhand einer visuellen Analogskala ermittelten Werten entsprechen.

	Mittelwert	Standardabweichung( $\sigma$ )	Wertebereich
<b>Allograft</b> (n = 20)	0,75	1,62	0 - 7
<b>Autograft</b> (n = 20)	1,05	2,04	0 - 8

Tab. 2: Schmerzen präoperativ am Tag der Revision (p=0,700)

	Mittelwert	Standardabweichung( $\sigma$ )	Wertebereich
<b>Allograft</b> (n = 20)	3,70	2,79	0 - 8
<b>Autograft</b> (n = 20)	5,25	2,94	0 - 10

Tab. 3: Schmerzen postoperativ am Tag der Revision (p=0,091)

	Mittelwert	Standardabweichung( $\sigma$ )	Wertebereich
<b>Allograft</b> (n = 20)	1,90	1,71	0 - 6
<b>Autograft</b> (n = 20)	3,60	2,85	0 - 8

Tab. 4: Schmerzen 2 Tage nach der Revision (p=0,029)



	Mittelwert	Standardabweichung( $\sigma$ )	Wertebereich
<b>Allograft</b> (n = 20)	0,70	1,08	0 - 4
<b>Autograft</b> (n = 20)	1,65	1,53	0 - 5

Tab. 5: Schmerzen 4 Wochen nach der Revision außerhalb einer Therapie (p=0,030)

	Mittelwert	Standardabweichung( $\sigma$ )	Wertebereich
<b>Allograft</b> (n = 20)	1,15	1,39	0 - 5
<b>Autograft</b> (n = 20)	2,75	2,02	0 - 7

Tab. 6: Schmerzen 4 Wochen nach der Revision bei funktioneller Therapie (p=0,007)

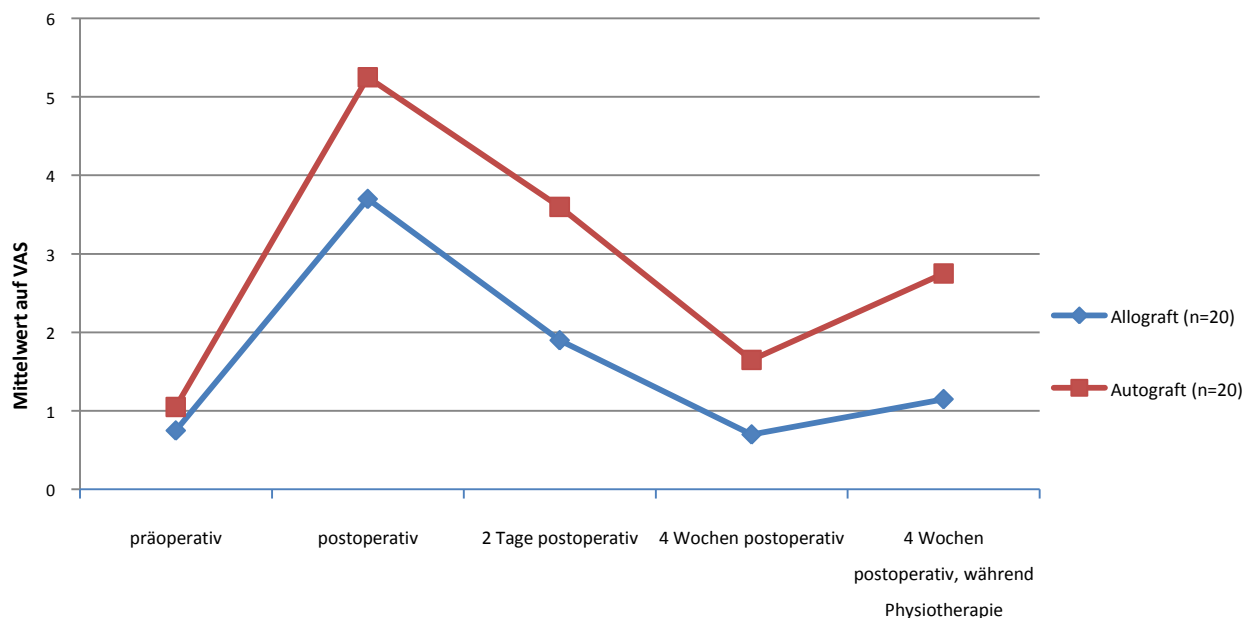


Abb. 7: Perioperativer Schmerzverlauf bei Revision

#### 4.2.4 Sozioökonomische Auswirkungen

Als sozioökonomische Auswirkung eines operativen Eingriffes ist vor allem die postoperative Arbeitsunfähigkeit in Betracht zu ziehen. In unserer Gruppe der mit einem Allotransplantat versorgten Patienten ergab sich ein durchschnittlicher Arbeitsausfall von 2,7 Monaten ( $\sigma = 2,5$  Monate) nach dem Revisionseingriff. Die Patienten der Kontrollgruppe waren durchschnittlich 2,3 Monate ( $\sigma = 2,0$  Monate) arbeitsunfähig. Als genaue Differenz ergibt sich ein Wert von 11 Tagen zugunsten der Kontrollgruppe.

### **4.3 Ergebnisse der Nachuntersuchung**

#### **4.3.1 Ergebnisse der klinischen Untersuchung**

##### **4.3.1.1 Manuelle Erfassung der Stabilität**

Bei der Prüfung der medialen Aufklappbarkeit zeigte sich in der Allograftgruppe bei 8/20 Patienten eine erstgradige Lockerung des medialen Bandapparats, bei 12/20 Patienten dieser Gruppe war dieser Test unauffällig. In der Autograftgruppe ermittelten wir bei 12/20 Patienten eine erstgradige und bei 1/20 Patienten eine zweitgradige Lockerung des medialen Bandapparates. Bei 7/20 Patienten dieser Gruppe war die Prüfung negativ.

Die Untersuchung auf laterale Aufklappbarkeit zeigte in der Gruppe der Allograftpatienten bei 6/20 eine erstgradige Lockerung des lateralen Bandapparates, 14/20 Patienten dieser Gruppe waren unauffällig. In der Kontrollgruppe präsentierte sich bei 2/20 Patienten eine erstgradige Lockerung des lateralen Bandapparates, bei 18/20 Patienten erwies sich der laterale Bandapparat als stabil.

Der Lachman-Test zur Darstellung der vorderen Translation in 20° Beugung ergab in der Gruppe der Allograftpatienten (n=20) einen Durchschnittswert von 6,3 mm ( $\sigma = 1,9$ ) und in der Gruppe der Autograftpatienten (n=20) einen mittleren Wert von 6,2 mm ( $\sigma = 1,5$ ).

Die bei 70° Beugung durchgeführte Messung der Gesamt-AP-Translation zeigte in der Gruppe der Allograftpatienten (n=20) einen Mittelwert von 7,8 mm ( $\sigma = 2,2$ ). In der Gruppe der Autograftpatienten (n=20) lag der Durchschnittswert bei 7,5 mm ( $\sigma = 1,4$ ).

Die manuelle Erfassung des Pivot-Shift-Tests war bei 13/20 Patienten der Allograftgruppe negativ und ergab bei 7/20 Patienten einen Pivot-Shift Glide. In der Kontrollgruppe hatten 4/20 Patienten einen Pivot-Shift Glide, bei 16/20 Patienten dieser Gruppe war der Test negativ.

Als Therapieversager wurden gemäß des IKDC 2000 Scores Patienten mit einem Pivot-Shift Clunk gewertet. Dieser konnte bei keinem der von uns untersuchten Patienten festgestellt werden.

Kein Ergebnis der manuellen Untersuchung auf Stabilität war signifikant (kleinstes  $p=0,205$ ).

#### **4.3.1.2 Manuelle Erfassung der Beweglichkeit**

Der durchschnittliche Bewegungsumfang in der Gruppe der Allograftpatienten betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung E/F 2/0/137 ( $\sigma$  (Extension) =  $4,06^\circ$ ;  $\sigma$  (Flexion) =  $6,78^\circ$ ) am operierten Bein und E/F 2/0/140 ( $\sigma$  (Extension) =  $3,77^\circ$ ;  $\sigma$  (Flexion) =  $6,69^\circ$ ) am Gegenbein. In der Kontrollgruppe präsentierte sich der durchschnittliche Bewegungsumfang am operierten Bein mit E/F 1/0/139 ( $\sigma$  (Extension) =  $3,35^\circ$ ;  $\sigma$  (Flexion) =  $6,46^\circ$ ) und am Gegenbein mit 3/0/142 ( $\sigma$  (Extension) =  $3,44^\circ$ ;  $\sigma$  (Flexion) =  $5,50^\circ$ ).

Die Extension der Patienten in der Allograftgruppe (n=20) zeigte sich bei allen Patienten seitengleich, in der Autograftgruppe (n=20) ergab sich bei 7/20 Patienten ein Extensionsdefizit von  $3-5^\circ$ , 13/20 Patienten dieser Gruppe wiesen kein Extensionsdefizit auf. Dieser Unterschied konnte als signifikant gewertet werden ( $p=0,008$ ). Bei der Flexion fand sich in beiden Gruppen bei jeweils 3/20 Patienten ein Defizit zwischen  $6^\circ-15^\circ$ , bei jeweils 6/20 Patienten ein Defizit von  $1^\circ-6^\circ$  und jeweils 11/20 Patienten beider Gruppen zeigten eine seitengleiche Flexion.

Eine subjektive Bewegungseinschränkung empfanden ein Patient der Allograftgruppe und fünf Patienten der Autograftgruppe.

#### **4.3.1.3 Crepitatio**

In der Allograftgruppe (n=20) konnte bei 12/20 Patienten retropatellare Crepitatio festgestellt werden, welche sich bei einem Patienten als erheblich darstellte. Bei 8/20 Allograftpatienten wurde keine retropatellare Crepitatio festgestellt. In der Kontrollgruppe wurde bei 19/20 Patienten eine retropatellare Crepitatio festgestellt, die bei 2 dieser Patienten erheblich ausfiel. Nur 1/20 Autograftpatienten zeigte sich unauffällig. Der Unterschied ist signifikant ( $p=0,027$ ).

Keinerlei Unterschied zwischen beiden Gruppen ergab sich in Bezug auf die Crepitatio des medialen und des lateralen Kompartiments ( $p=1,000$ ).

#### **4.3.1.4 Patellastellung**

In der Allograftgruppe konnte bei 9/20 Patienten eine Patella baja des operierten Knies im Vergleich zum gesunden Knie festgestellt werden, 11/20 zeigten sich unauffällig. Bei der Kontrollgruppe stellten wir bei 11/20 Patienten eine Patella baja fest, hier waren 9/20 Patienten ohne pathologischen Befund.

#### **4.3.1.5 Transplantatentnahmemorbidität**

Bei 4/20 Patienten in der Allograftgruppe konnte eine Entnahmemorbidität festgestellt werden. In der Kontrollgruppe waren es 5/20 Patienten. Alle übrigen Patienten waren beschwerdefrei.

### **4.3.2 Ergebnisse der technischen Untersuchungen**

#### **4.3.2.1 Messungen der vorderen Translation mit dem KT1000™ Knee Ligament Arthrometer®**

Bei der Messung der vorderen Translation mit dem KT1000™ Knee Ligament Arthrometer® (KLA) wurden in der Allograftgruppe (n=20) am operierten Knie folgende Durchschnittswerte ermittelt: bei einer Zugkraft von 90N 3,15mm ( $\sigma = 1,09\text{mm}$ ), bei 135N 4,80mm ( $\sigma = 1,44\text{mm}$ ), bei 180N 6,60mm ( $\sigma = 1,90\text{mm}$ ), bei Manual Maximum Displacement 7,65mm ( $\sigma = 2,08\text{mm}$ ) und bei Active Displacement 5,95mm ( $\sigma = 1,54\text{mm}$ ). Am Gegenknie ergaben sich in der Gruppe der Allograftpatienten folgende Mittelwerte: bei 90N 2,40mm ( $\sigma = 1,14\text{mm}$ ), bei 135N 3,55mm ( $\sigma = 1,36\text{mm}$ ), bei 180N Zugkraft 5,15mm ( $\sigma = 1,95\text{mm}$ ), bei Manual Maximum Displacement 6,20mm ( $\sigma = 1,96\text{mm}$ ) und bei Active Displacement 4,35mm ( $\sigma = 1,18\text{mm}$ ).

In der Gruppe der Autograftpatienten ermittelten wir für die vordere Translation des operierten Knies folgende Mittelwerte: bei einer Zugkraft von 90N 2,75mm ( $\sigma = 1,21\text{mm}$ ), bei 135N 4,30mm ( $\sigma = 1,22\text{mm}$ ), bei 180N 6,35mm ( $\sigma = 1,69\text{mm}$ ), bei Manual Maximum Displacement 7,25mm ( $\sigma = 1,55\text{mm}$ ) und bei Active Displacement 5,35mm ( $\sigma = 1,35\text{mm}$ ).

Die Mittelwerte des Gegenkniees in dieser Gruppe sahen wie folgt aus: bei 90N 2,10mm ( $\sigma = 1,12\text{mm}$ ), bei 135N 3,20mm ( $\sigma = 1,24\text{mm}$ ), bei 180N Zugkraft 4,95mm ( $\sigma = 1,88\text{mm}$ ), bei Manual Maximum Displacement 5,80mm ( $\sigma = 1,88\text{mm}$ ) und bei Active Displacement 4,00mm ( $\sigma = 1,30\text{mm}$ ).

Aus den von uns gemessenen Durchschnittswerten für die vordere Translation konnten die, in der folgenden Tabelle ersichtlichen Differenzen zwischen operiertem und nicht operiertem Knie in den beiden Gruppen ( $\Delta$  operiertes Knie – Gegenknie) ermittelt und gegenübergestellt werden.

<b>Gruppe</b>	<b><math>\Delta</math> bei 90N (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> bei 135N (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> bei 180N (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Man. Max. Displacement (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Active Displacement (mm)</b>
<b>Allograft</b>	0,75 ( $\sigma = 1,48$ )	1,25 ( $\sigma = 1,92$ )	1,45 ( $\sigma = 2,19$ )	1,45 ( $\sigma = 2,01$ )	1,60 ( $\sigma = 1,79$ )
<b>Autograft</b>	0,65 ( $\sigma = 1,27$ )	1,10 ( $\sigma = 1,45$ )	1,40 ( $\sigma = 1,85$ )	1,45 ( $\sigma = 1,91$ )	1,35 ( $\sigma = 1,69$ )

Tab. 7: Vergleich der Differenzen in der KLA-Messung zwischen operiertem Knie und Gegenknie beider Gruppen

Bei der apparativen Messung der vorderen Translation konnte kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen nachgewiesen werden (kleinstes  $p=0,690$ ).

Im Einzelnen zeigten beim Manual Maximum Displacement Test 80% (16/20) der Patienten in der Allograftgruppe eine Seitendifferenz von 0 bis 3mm, 15% (3/20) hatten eine Seitendifferenz zwischen 3 und 5mm, sowie 5% (1/20) über 5mm.

In der Kontrollgruppe präsentierten sich 95% (19/20) der Patienten mit einer Seitendifferenz von bis zu 3mm, 5% (1/20) der Patienten dieser Gruppe wiesen eine Seitendifferenz im Bereich von 3 bis 5mm auf.

Das Kriterium der Stabilität bewerteten wir, gemäß der Kriterien des IKDC 2000 Scores, bei einer Seitendifferenz von mehr als 5mm im Manual Maximum Displacement Test als nicht erfüllt. Ein Patient der Allograftgruppe wird somit in diesem Bereich als Transplantatversager beurteilt.

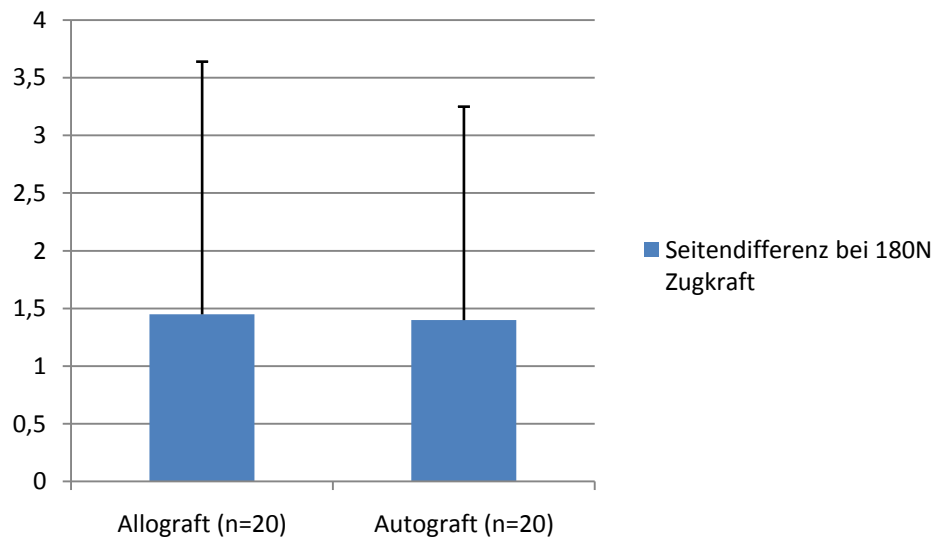


Abb. 8: Seitendifferenz bei 180N Zugkraft (KLA-Messung) mit + Standardabweichung (Werte in cm)

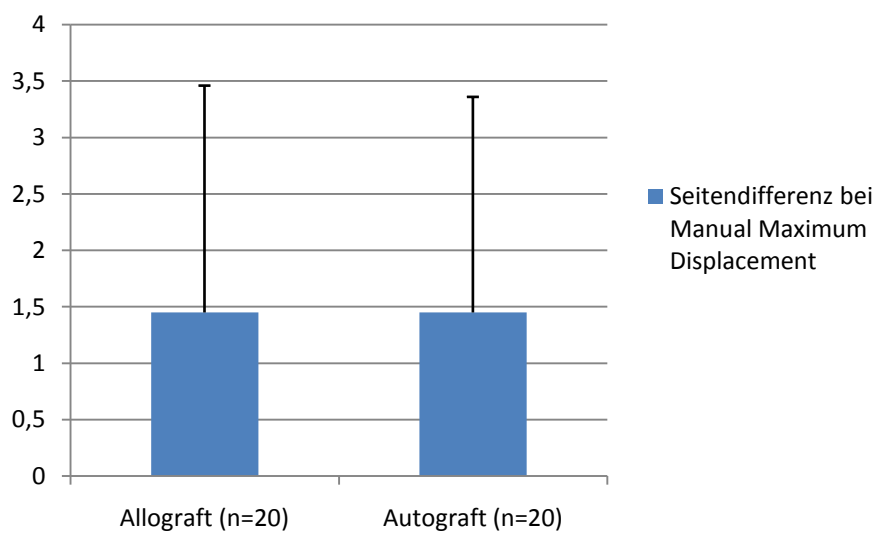


Abb. 9: Seitendifferenz bei Manual Maximum Displacement (KLA-Messung) mit + Standardabweichung (Werte in cm)

#### 4.3.2.2 radiologische Diagnostik

##### 4.3.2.2.1 Arthrose

Bei 18/20 Patienten der Allograftgruppe konnten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Röntgenaufnahmen gemacht werden. Dabei wurden bei 72,2% (13/18) der Patienten Zeichen einer Retropatellararthrose festgestellt. Eine mediale Gonarthrose zeigte sich bei 66,6% (12/18) der Patienten und eine laterale bei 22,2% (4/18) der Patienten.

Bei 13/20 Patienten dieser Gruppe lagen uns zusätzlich ältere Aufnahmen vor (> 12 Monate vor Nachuntersuchung). Dadurch konnte festgestellt werden, dass es bei 1 dieser 13 Patienten zu einer Zunahme der Arthrose sowohl retropatellar als auch im medialen sowie im lateralen Kompartiment um 1° kam. Der genaue Ausprägungsgrad nach JÄGER und WIRTH (2001) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in der Gruppe der Allograftpatienten ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Grad der Ausprägung	°I	°II	°III	°IV
<b>Retropatellararthrose</b>	50,0% (9/18)	16,6% (3/18)	5,6% (1/18)	0% (0/18)
<b>Mediale Gonarthrose</b>	44,4% (8/18)	22,2% (4/18)	0% (0/18)	0% (0/18)
<b>Laterale Gonarthrose</b>	11,1% (2/18)	11,1% (2/18)	0% (0/18)	0% (0/18)

Tab. 8: Grad der arthrotischen Veränderungen in der Allograftgruppe zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

In der Kontrollgruppe der Autograftpatienten konnten bei der Nachuntersuchung bei 19/20 Patienten Röntgenaufnahmen angefertigt werden. Eine Retropatellararthrose wurde hier in 63,2% (12/19) der Fälle festgestellt, eine mediale Gonarthrose in 47,4% (9/19) und eine laterale Gonarthrose in 15,8% (3/19) der Fälle. Bei 15/20 Patienten dieser Gruppe konnten wir unsere Ergebnisse mit älteren Röntgenbildern (> 12 Monate vor Nachuntersuchung) vergleichen und stellten bei 2 Patienten eine Zunahme der Retropatellararthrose und bei 1 Patienten eine Zunahme der medialen Gonarthrose fest. Die genaue radiologische Ausprägung der Gonarthrose zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Grad der Ausprägung	°I	°II	°III	°IV
<b>Retropatellararthrose</b>	36,8% (7/19)	15,8% (3/19)	10,5% (2/19)	0% (0/19)
<b>Mediale Gonarthrose</b>	31,6% (6/19)	5,3% (1/19)	10,5% (2/19)	0% (0/19)
<b>Laterale Gonarthrose</b>	5,3% (1/19)	10,5% (2/19)	0% (0/19)	0% (0/19)

Tab. 9: Grad der arthrotischen Veränderungen in der Autograftgruppe zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

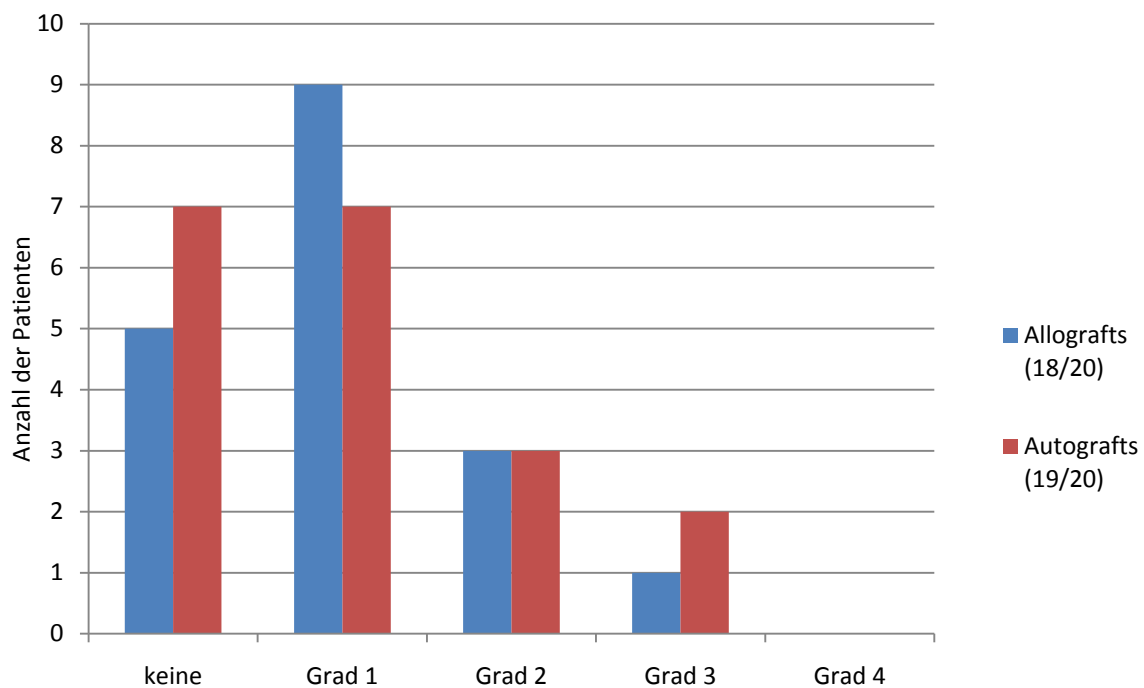


Abb. 10: Vergleich der radiologisch diagnostizierten Retropatellararthrose zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

#### 4.3.2.2.2 Bohrkanalerweiterungen

Ein radiologisch diagnostizierbares tibiales tunnel widening aufgrund des Revisionseingriffes konnte bei 22% (4/18) der Allograftpatienten ermittelt werden, bei 50% (9/18) war kein tunnel widening feststellbar. 5/18 Patienten dieser Gruppe konnten aufgrund der ossären Veränderungen nach der Erstoperation, zum Beispiel durch eine Fehllage des Bohrkanals, nicht in die Beurteilung mit einbezogen werden.

In der Kontrollgruppe stellten wir ebenfalls bei 22% (4/18) der Patienten eine Bohrkanalerweiterung fest. 67% (12/18) zeigten radiologisch kein tibiales tunnel widening. In dieser Gruppe konnten 2/18 Patienten nicht beurteilt werden.

Eine femorale Bohrkanalerweiterung zeigte sich in der Gruppe der Allograftpatienten bei 11% (2/18) der Patienten, während 67% (11/18) unauffällig blieben. Röntgenaufnahmen von 5 der 18 Patienten konnten nicht bewertet werden.

In der Gruppe der Autograftpatienten war bei keinem Patienten eine femorale Bohrkanalerweiterung zu finden, 16/18 Patienten dieser Gruppe zeigten einen negativen Befund und 2/18 Patienten konnten aufgrund der Revisionsoperation nicht bewertet werden.



#### **4.3.2.2.3 Patellaposition**

Der Patellaindex nach der Methode von INSALL und SALVATI (1971) betrug in der Gruppe der Allograftpatienten (n=18) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung durchschnittlich 0,84 ( $\sigma = 1,13$ ). Bei 13/18 Patienten ermittelten wir auf den Röntgenbildern vor der Revision einen mittleren Patellaindex von 0,89 ( $\sigma = 0,14$ ). Bei diesen Patienten verminderte sich der Patellaindex durchschnittlich um -0,03.

In der Gruppe der mit einem Autograft versorgten Patienten (n=18) konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein mittlerer Patellaindex von 0,89 ( $\sigma = 0,13$ ) ermittelt werden. Bei 13/18 Patienten waren auch Röntgenbilder vor Revision vorhanden, die einen mittleren Patellaindex von 0,96 ( $\sigma = 0,14$ ) zeigten. Die durchschnittliche Veränderung bei diesen 13 Patienten lag bei -0,07.

Nach Anwendung der von Insall und Salvati berechneten Grenzen des Patellaindexes für die Patellaposition präsentierten in der Gruppe der Allograftpatienten 7/18 (39%), zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, eine radiologisch diagnostizierbare Patella baja und 11/18 Patienten (61%) eine normale Patellaposition. Bei den 13/18 Patienten, von denen auch Voraufnahmen berücksichtigt werden konnten, zeigte sich bei 1/13 eine Verbesserung von einer Patella baja in eine normalgestellte Patella und bei 3/13 dieser Patienten eine Verschlechterung von einer normalgestellten Patella in eine Patella baja.

In der Kontrollgruppe stellten wir zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, nach Berechnung des Patellaindexes, bei 5/18 Patienten (28%) eine Patella baja fest. 13/18 Patienten (72%) zeigten eine normalgestellte Patella. Die Auswertung der 13 Patienten mit vorhandenen Voraufnahmen ergab bei 1/13 Patienten eine Veränderung von einer vorherigen Patella alta hin zu einer normalgestellten Patella. 2/13 Patienten zeigten in den Voraufnahmen eine normalgestellte Patella, jedoch in den aktuellen Röntgenbildern eine Patella baja. Bei den restlichen 10/13 Patienten blieb die radiologisch auswertbare Patellaposition unverändert.

#### **4.3.2.2.4 Patellatiltwinkel**

Als durchschnittlichen Patellatiltwinkel nach LAURIN et al. (1978) ermittelten wir auf den aktuellen Röntgenaufnahmen in der Allograftgruppe (n=18) einen Wert von  $10,11^\circ$  ( $\sigma = 3,70^\circ$ ). Bei der Auswertung der Röntgenaufnahmen vor Revision bei 7/18 Patienten konnte

ein durchschnittlicher Patellatiltwinkel von  $9,43^\circ$  ( $\sigma = 2,70$ ) festgestellt werden. Daraus ergibt sich bei diesen 7 Patienten eine Zunahme des Tiltwinkels von  $0,17^\circ$ .

In der Gruppe der Autograftpatienten ( $n=19$ ) wurde zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein durchschnittlicher Patellatiltwinkel von  $9,84^\circ$  ( $\sigma = 3,98^\circ$ ) festgestellt. Die, bei 7/19 Patienten herangezogenen, früheren Röntgenaufnahmen zeigten einen mittleren Tiltwinkel von  $7,57^\circ$  ( $\sigma = 2,37^\circ$ ). Daraus ergibt sich bei diesen Patienten eine durchschnittlich Zunahme des Patellatiltwinkels von  $1,57^\circ$ .

### 4.3.3 Ergebnisse der Scores

#### 4.3.3.1 IKDC 2000 Score

##### **Ergebnisse des Formblattes zur subjektiven Beurteilung des Knies und Ergebnisse des Formblattes zur Untersuchung des Knies**

Die Auswertung des Formblattes zur subjektiven Beurteilung des Knies des IKDC 2000 Scores ergab für die Gruppe der Allograftpatienten einen Durchschnittswert von  $88,96$  ( $\sigma = 6,01$ ). Bei der Gruppe der Autograftpatienten lag der Mittelwert bei  $88,22$  ( $\sigma = 6,13$ ).

Nach der Auswertung des Formblattes zur Untersuchung des Knies des IKDC 2000 Scores konnte in der Gruppe der Allograftpatienten bei 15% (3/20) das Kniegelenk als normal (Gruppe A), bei 75% (15/20) als fast normal und bei 10% (2/20) als abnormal (Gruppe C) bewertet werden.

In der Kontrollgruppe hatten 10% (2/20) ein normales, 75% (15/20) ein fast normales und 15% (3/20) ein abnormales Kniegelenk.

Die Auswertung des IKDC 2000 Scores ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen.

<b>Gruppe</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>Allograft</b> (n = 20)	n=3 (15%)	n=15 (75%)	n=2 (10%)	n=0 (0%)
<b>Autograft</b> (n = 20)	n=2 (10%)	n=15 (75%)	n=3 (15%)	n=0 (0%)

Tab. 10: Ergebnisse des Formblattes zur Untersuchung des Knies des IKDC 2000 Scores

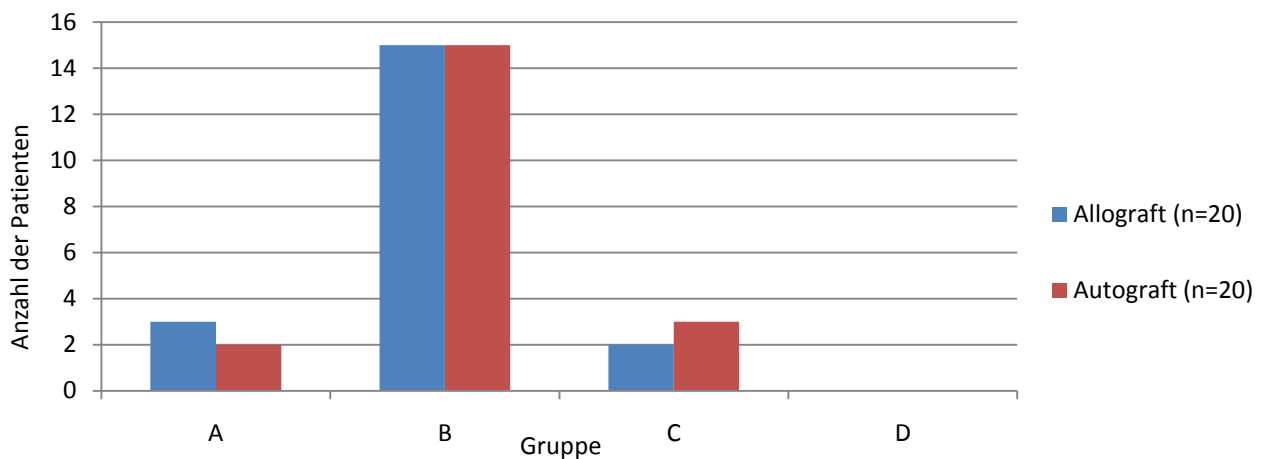


Abb. 11: Ergebnis IKDC 2000 Score – Formblatt zur Untersuchung des Knies

#### 4.3.3.2 Tegner Activity Score

Die Auswertung des Tegner Activity Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ergab in der Gruppe der Allograftpatienten einen Mittelwert von 5,60 ( $\sigma = 2,16$ ) und in der Gruppe der Autograftpatienten einen Mittelwert von 4,65 ( $\sigma = 1,57$ ). Der Vergleich der Ergebnisse beider Gruppen zeigte keine statistische Signifikanz. Die Verteilung wird durch die folgenden Grafiken verdeutlicht.

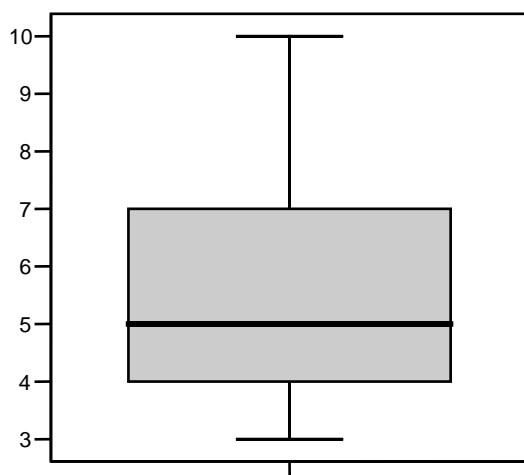


Abb.12: Boxplot Tegner Activity Score der Allograftpatienten mit Darstellung des Median

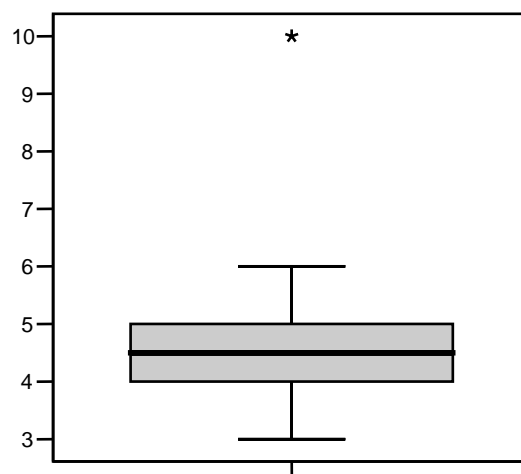


Abb. 13: Boxplot Tegner Activity Score der Autograftpatienten mit Darstellung des Median (\* = einzelner Ausreißer)

#### **4.3.3.3 Lysholm Score**

Bei der Auswertung des Lysholm Scores erhielten wir in der Gruppe der Allograftpatienten ein durchschnittliches Ergebnis von 92,60 ( $\sigma = 4,30$ ). Die Kontrollgruppe erreichte ein Ergebnis von 90,35 ( $\sigma = 5,17$ ). Der Unterschied zwischen beiden Gruppen erwies sich als statistisch nicht signifikant.

#### **4.3.4 Ergebnisse der Schmerzsymptomatik zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung**

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gaben die Patienten der Allograftgruppe auf die Frage nach Knieschmerzen im täglichen Leben ein durchschnittliches Schmerzniveau von 0,80 ( $\sigma = 0,89$ ) auf der visuellen Analogskala (VAS) an. Bei der Kontrollgruppe lag der mittlere Wert bei 1,20 ( $\sigma = 1,06$ ).

Je zwei Patienten aus jeder Gruppe berichteten von leichten Schmerzen bei leichter körperlicher Belastung.

Knieschmerzen bei gesteigerter körperlicher Aktivität beschrieben 50% der Allograftpatienten und 25% der Autograftpatienten. Auf der VAS konnten wir hierzu in der Allograftgruppe einen mittleren Wert von 0,95 ( $\sigma = 1,19$ ) ermitteln. Der Vergleichswert lag in der Autograftgruppe im Durchschnitt bei 0,70 ( $\sigma = 1,30$ ).

Drei Patienten der Allograftgruppe gaben leichte Knieschmerzen in Ruhe an. Dies war in der Kontrollgruppe bei einem Patienten der Fall.

Die Frage nach Schmerzen beim Knien auf der operierten Seite zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung beantworteten 30% (6/20) der Allograftpatienten und 50% (10/20) der Autograftpatienten mit ja.

Von den fünf Patienten der Kontrollgruppe, die in der Revision mit einem Patellarsehnendrittel Autograft vom kontralateralen Knie versorgt worden waren, gaben drei auch Schmerzen beim Knien auf der kontralateralen Seite an.

Keines der Ergebnisse erwies sich als statistisch signifikant.

## 5. Diskussion

### 5.1 Einleitung

Das Ergebnis nach Revision einer vorderen Kreuzbandplastik wurde in den letzten Jahren bereits in mehreren Studien untersucht (GROSSMAN et al., 2005; TAGGART et al., 2004; FOX et al., 2004; SIEBOLD et al., 2002; NOYES und BARBER-WESTIN, 2001, 1996; URIBE et al., 1996; JOHNSON et al., 1996).

Die Voraussetzungen und die Schwerpunkte der einzelnen Arbeiten erwiesen sich als größtenteils recht unterschiedlich. Entsprechend divergent waren ihre Ergebnisse. Bei Studien zu Revisionseingriffen ist eine spezifische Erforschung häufig durch vorbestehende Gewebsschädigungen limitiert. Um mögliche, in anderen Revisionsstudien zum Teil vorhandene Einflussfaktoren so gering wie möglich zu halten, definierten wir klare Ausschlusskriterien. Patienten mit komplexen Instabilitäten, der Versorgung mehrerer Kniebänder sowie Patienten mit Knorpelulcera oder fortgeschrittener Gonarthrose wurden von der Studie ausgeschlossen. Als Transplantate wurden das mechanisch gereinigte fresh frozen Patellarsehnendrittel Allograft einer US-amerikanischen Gewebebank, sowie das mittlere Patellarsehnendrittel Autograft verwendet. Sterilisationsverfahren, die das allogene Gewebe biomechanisch negativ beeinflussen können, wie beispielsweise  $\gamma$ -Strahlen, wurden während des Reinigungsprozesses bei den von uns verwendeten Transplantaten bewusst vermieden (siehe auch 3.2.5). Die mechanisch gereinigten Allografts stellen eine noch wenig untersuchte Alternative in der Allografttransplantation dar.

Unsere Untersuchung verglich beide Transplantatarten. Als Hauptzielkriterium verwendeten wir das Formblatt zur Untersuchung des Knies aus dem IKDC 2000 Score, das postoperative Stabilität und Funktion objektiv beurteilt. Flankierend wurden die Kriterien aus dem Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies des IKDC 200 Scores bewertet. Den Tegner Activity Score sowie den Lysholm Score zogen wir aus deskriptiven Gründen hinzu. Bei der technischen Untersuchung auf Stabilität mit dem KT1000™ Knee Ligament Arthrometer® konnten wir keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Transplantaten feststellen. Die Patienten der Autograftgruppe präsentierten sich signifikant gehäuft mit einem Extensionsdefizit. Ebenso zeigte die Gruppe der Autograftpatienten insgesamt ein signifikant höheres postoperatives Schmerzniveau als die Allograftgruppe.

In allen weiteren, von uns untersuchten Bereichen konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

## 5.2 Stabilität

Im Rahmen der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes stellt die Stabilität der Kreuzbandplastik das wichtigste, objektiv zu bewertende Kriterium einer erfolgreichen, operativen Intervention dar. Wir definierten die Stabilität als Kernkriterium unserer Studie. Da die Ergebnisse unserer manuellen Untersuchungen auf Stabilität mit denen der besser vergleichbaren, apparativen Stabilitätsmessung korrelieren, diskutieren wir im Folgenden vor allem unsere Messungen mit dem KT1000™ Knee Ligament Arthrometer®.

Bei einer Zugkraft von 180N konnten wir keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Vergleichsgruppen ermitteln. Die Gruppe der Allograftpatienten zeigte hier eine durchschnittliche Seitendifferenz zwischen gesundem und operiertem Knie von 1,45mm ( $\sigma = 2,19$ ). In der Gruppe der Autograftpatienten lag der mittlere Wert bei 1,40mm ( $\sigma = 1,85$ ). Auf ein nicht signifikant unterschiedliches Ergebnis zwischen Allograft- und Autograftpatienten nach Revision verweisen ebenfalls NOYES und BARBER-WESTIN (1996).

Auch mehrere Studien nach Primäroperationen, in denen Allograft- mit Autografttransplantaten verglichen wurden (PETERSON et al., 2001; KLEIPOOL et al., 1998; HARNER et al., 1996), stellten keinen signifikanten Stabilitätsunterschied zwischen beiden Gruppen fest. In der Untersuchung von PETERSON et al. (2001) zeigten alle Patienten der Allograftgruppe und 93% der Patienten der Autograftgruppe, 60 Monate postoperativ, eine Seitendifferenz von unter 5mm. Der allogene VKB-Ersatz wurde hierbei mit unbestrahlten fresh frozen Allografts durchgeführt.

URIBE et al. (1996) beschrieben indes ein gegenteiliges Ergebnis. In ihrer Arbeit erwiesen sich die Autografttransplantate mit einer durchschnittlichen Seitendifferenz von 2,2mm, im Vergleich zu Allografttransplantaten mit durchschnittlich 3,3mm, als signifikant stabiler ( $p < 0,005$ ). Auf die Reinigungsmethode der von ihnen verwendeten Allografts wurde nicht eingegangen.

Auch GROSSMAN et al. (2005) stellten in ihrer Studie, bei einer durchschnittlichen follow-up Zeit von 67 Monaten, einen signifikanten Unterschied bei der objektiven Stabilitätsmessung zwischen Allograft- und Autograftpatienten nach Revision fest. Bei einer mittleren Seitendifferenz von 1,33mm zeigten die Autografttransplantate, im Vergleich zu den Allografttransplantaten (3,21mm), deutlich mehr Stabilität. Hier muss auf die geringe Fallzahl in der Gruppe der Autografts (6 Patienten) hingewiesen werden, die die Aussagekraft der Studie von GROSSMAN et al. (2005) in diesem Punkt einschränkt. Auch wurden zur Art der Vorbehandlung der verwendeten Allografts keine Angaben gemacht.

Nicht außer Acht gelassen werden sollte in diesem Zusammenhang die Rolle der verwendeten Allografttransplantate selbst. GIBBONS et al. (1991) wiesen in ihrer Arbeit auf die unterschiedlichen biomechanischen Eigenschaften von strahlenbehandelten Allografts hin, die in starker Abhängigkeit von der angewandten Strahlendosis stehen. So zeigten sich bei einer Strahlendosis von 30.000 Gy (3,0 Mrad), im Gegensatz zur Bestrahlung mit 20.000 Gy (2,0 Mrad), signifikante Veränderungen der biomechanischen Eigenschaften.

Gestützt wird dieses Ergebnis auch durch die Arbeit von JOHNSON et al. (1996), die für ihre Revisionseingriffe ausschließlich mit 25.000 Gy (2,5 Mrad) bestrahlte Allografts verwendeten. Hier lag die mittlere Seitendifferenz bei 3,7mm, jedoch wiesen mehr als ein Drittel der Patienten eine Seitendifferenz von 5,5mm oder mehr auf.

Der Einfluss unterschiedlicher Behandlungsmethoden auf die Eigenschaften allogener Transplantate wird unter 5.9 ausführlich diskutiert.

Im Hinblick auf unseren mittelfristigen Nachuntersuchungszeitraum, kann auch bei unseren Allograftpatienten im weiteren Verlauf eine langfristige Änderung der Translation nicht ausgeschlossen werden.

Diese Annahme wird durch die Arbeit von VICTOR et al. (1997) gestützt, die in mehreren, zeitlich aufeinander folgenden Untersuchungen an den gleichen Patienten eine zunehmende Elongation der Allografttransplantate feststellten.

Insgesamt entscheidend ist vor allem die klinische Relevanz, die im Weiteren noch zu prüfen sein wird. So wiesen TAGGART et al. (2004) in ihrer Studie darauf hin, mit welcher Zurückhaltung eine instrumentelle Stabilitätsmessung in Anbetracht des funktionellen Ergebnisses und der subjektiven Patientenzufriedenheit zu bewerten sei. Sechs von sieben der, von ihnen untersuchten Patienten, die in der Stabilitätsmessung eine Seitendifferenz von mehr als 5mm aufwiesen, empfanden ihr Knie als subjektiv stabil und erreichten ein gutes Ergebnis im Lysholm Score.

Als Fazit aller Stabilitätsmessungen unserer Studie soll festgehalten werden, dass die von uns verwendeten Allografttransplantate, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung den Autografttransplantaten, im Hinblick auf ihre Stabilität als gleichwertig zu beurteilen sind.

### **5.3 Beweglichkeit**

Das Problem der verminderten Extension nach Entnahme des mittleren Patellarsehnedrittels Autograft ist bekannt und wurde bereits von mehreren Autoren behandelt.

SACHS et al. (1989) berichteten in ihrer Studie über patellofemorale Probleme nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion mit dem mittleren Patellarsehnedrittels Autograft. Bei 24% der von ihnen untersuchten Patienten trat ein Extensionsdefizit von mindestens 5° auf. HARNER et al. (1992) veröffentlichten eine Studie über Bewegungseinschränkungen nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion in der 11,1% ihrer Patienten ein Extensionsdefizit von 10° oder mehr aufwiesen.

In einer Vergleichsstudie zwischen Allografts und Autografts nach Primäroperationen zeigten KLEIPOOL et al. (1998) demgegenüber ein vermehrtes Extensionsdefizit bei Allograftpatienten. Im Gegensatz zu 8% ihrer Autograftpatienten, die ein Extensionsdefizit aufwiesen, war dies bei 14% ihrer Allograftpatienten der Fall. Ihr Ergebnis entspricht nicht den Beobachtungen anderer Autoren. Mehrere Studien (GORSCHESKY et al., 2002; PETERSON et al., 2001; HARNER et al., 1996) weisen beim Vergleich von Allograft- und Autografttransplantaten nach Primäroperationen auf einen signifikanten Unterschied in der Extension zugunsten der Allografts hin. So berichteten HARNER et al. (1996) von einem Extensionsverlust der Autograftgruppe gegenüber der Allograftgruppe von durchschnittlich 2,3° bei passiver Extension, 3-5 Jahre nach Operation.

Unter den genannten Autoren besteht jedoch Einigkeit, dass die Extensionsunterschiede zwar statistisch, aber nicht unbedingt klinisch relevant sind.

Unsere Ergebnisse decken sich weitgehend mit denen der zuvor genannten Studien. Der Grad der Bewegungseinschränkung wurde von uns nach den Kriterien des IKDC 2000 Scores bewertet. Bei 35% unserer Autograftpatienten fanden wir ein Extensionsdefizit von 3-5°. Hingegen zeigten sich alle Patienten der Allograftgruppe seitengleich. Wir konnten dieses Ergebnis als signifikant ( $p=0,008$ ) bewerten.



Dieses signifikant unterschiedliche Resultat führen wir, ebenso wie GORSCHESKY et al. (2002), auf die Entnahme des mittleren Patellarsehnendrittels Autograft (größerer Eingriff → Fibrozytenstimulation → vermehrte Narbenbildung) zurück. Sie stellt den einzigen Unterschied in der Operationstechnik zwischen beiden Gruppen dar.

Unserer Erfahrung nach kann dadurch bei Autograftpatienten eine frühzeitige Streckung des Kniegelenks, aufgrund von Narbenschmerzen, oft nicht erfolgen. Die postoperative Krankengymnastik kann in einigen Fällen somit weniger effektiv zur Rehabilitation beitragen. Es muss allerdings erwähnt werden, dass uns keine präoperativen Daten vorlagen, die eine bereits vor Operation bestandene Bewegungseinschränkung einzelner Patienten bestätigt oder widerlegt hätten.

Unsere Ergebnisse bezüglich eines Flexionsdefizits zeigten keinen Unterschied zwischen beiden Vergleichsgruppen. So ermittelten wir eine verminderte Flexion bis zu 6° bei je 30% der Patienten jeder Gruppe und ein Flexionsdefizit zwischen 6° und 15° bei jeweils 15% der Patienten in den einzelnen Gruppen.

Auf ein ähnliches, ebenfalls nicht signifikantes Ergebnis verweisen die, bereits weiter oben zitierten Arbeiten von GORSCHESKY et al. (2002), PETERSON et al. (2001) und HARNER et al. (1996).

In den Untersuchungen von CHANG et al. (2003) hingegen wurde ein signifikant unterschiedliches Ergebnis zugunsten der Autografts festgestellt. Hier lag das Flexionsdefizit im Mittel bei 4,7° in der Allograftgruppe und bei 1,8° in der Gruppe der Autografts. Die Autoren machten hierfür das durchschnittlich höhere Lebensalter der Allograftpatienten und deren schlechtere Compliance bei Rehabilitationsmaßnahmen verantwortlich.

Unsere, im Normbereich liegenden, durchschnittlichen Messungen des Bewegungsumfangs beider Gruppen unterschieden sich nur um wenige Grad voneinander. Verglichen mit den Resultaten anderer Studien ist unser Ergebnis sehr zufriedenstellend.

Auf ähnliche Ergebnisse verwiesen SIEBOLD et al. (2002). Sie verglichen Revisionen von Allograftpatienten und bewerteten deren Bewegungsumfang als durchwegs normal. Alle Patienten erreichten vollständige Extension und eine durchschnittliche Flexion von 130°. In der bereits erwähnten Studie von LAXDAL et al. (2005), bei der 948 Patienten nach vorderer Kreuzbandoperation mit einem Patellarsehnendrittels Autograft untersucht wurden, erreichten nur 57,6% aller Patienten den vollen Bewegungsumfang.

Insgesamt zeigt sich im Hinblick auf ein mögliches Extensionsdefizit ein, bereits gut validierter Vorzug der Allografttransplantate. Der Einfluss der Transplantatwahl auf ein Flexionsdefizit scheint noch nicht abschließend geklärt zu sein. Weitere Studien zu diesem Thema sollten folgen.

## **5.4 IKDC 2000 Score**

### **5.4.1 Formblatt zur Untersuchung des Knies**

Bei der Auswertung unserer Ergebnisse des IKDC 2000 Formblattes zur Untersuchung des Knies, ermittelten wir bei unseren Patienten der Allograftgruppe in 90% der Fälle normale (A) oder fast normale (B) Ergebnisse. In der Autograftgruppe war dies bei 85% der Patienten der Fall. Zwei Patienten der Allograftgruppe und drei Patienten der Autograftgruppe mussten als abnormal (C) bewertet werden. Für die negative Beurteilung der mit einem Allograft versorgten Patienten waren eine zu hohe AP-Translation und eine mäßige Retropatellararthrose ausschlaggebend. Die Patienten aus der Autograftgruppe fielen wegen einer pathologischen medialen Aufklappbarkeit bzw. wegen ebenfalls mäßiger arthrotischer Veränderungen als abnormal auf.

GROSSMAN et al. (2005) verwiesen in ihrer Studie, bei der sie Revisionseingriffe drei bis neun Jahre postoperativ untersuchten, auf ein vergleichbares Ergebnis. 86,2% ihrer Patienten wurden bei der Auswertung des IKDC 2000 Scores als normal oder fast normal bewertet. Eine getrennte Betrachtung von Allograft- und Autograftpatienten wurde von ihnen nicht vorgenommen.

Die Ergebnisse weiterer Arbeiten, die Revisionseingriffe mit Allograft- oder Autografttransplantaten nachuntersuchten (SIEBOLD et al., 2002; VORLAT et al., 1999; JOHNSON et al., 1996), fielen durchschnittlich schlechter aus.

Bei SIEBOLD et al. (2002) zeigten zwei Drittel, der von ihnen untersuchten Allograftpatienten ein normales oder fast normales Ergebnis. JOHNSON et al. (1996) konnten nur bei 12% ihrer Patienten ein normales oder fast normales Resultat bestätigen. Die Autoren führten dies auf die harten Kriterien des IKDC Evaluationsbogens zurück. Ein Ausschluss komplexer Instabilitäten bzw. erheblich vorgeschädigter Kniegelenke wurde in ihrer Studie nicht vorgenommen.

Aufgrund der unterschiedlichen Voraussetzungen sind unsere Ergebnisse mit den zuvor genannten Arbeiten zu Revisionseingriffen nur bedingt vergleichbar.

Ein gutes IKDC Ergebnis konnte in vielen Studien nach Primäroperationen mit einem Patellarsehnendrittel Allograft oder Autograft erzielt werden. So bewerteten beispielsweise KLEIPOOL et al. (1998) 85% ihrer Allograftpatienten und 70% ihrer Autograftpatienten als normal oder fast normal. Dieser Unterschied erwies sich als nicht signifikant. Auch LAXDAL et al. (2005) und NIN et al. (1996) konnten in ihren Arbeiten nach primärem Kreuzbandersatz mit einem Patellarsehnendrittel Allograft oder Autograft auf ähnliche Resultate verweisen. NOYES und BARBER-WESTIN (2001) belegen in ihrer Arbeit eine 3-fach höhere Versagerquote nach Revision mit autologem Kreuzbandersatz, als nach Primäroperation. Im Gegensatz hierzu zeigt unsere Studie, dass das Ergebnis nach Revision, unter bestimmten Voraussetzungen mit dem Ergebnis nach Primäroperation vergleichbar ist.

Unsere, im Vergleich zu anderen Revisionsstudien relativ guten Ergebnisse aus dem IKDC 2000 Score (Formblatt zur Untersuchung des Knies), führen wir auf die von uns klar definierten Ausschlusskriterien, eine gut validierte Operationstechnik und auf die Verwendung eines Allografttransplantats mit guten biomechanischen Eigenschaften zurück.

#### **5.4.2 Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies**

Da das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies bis heute nur begrenzt Verwendung in Studien über den Ersatz des vorderen Kreuzbandes gefunden hat, sind unsere Vergleichsmöglichkeiten limitiert.

Der in diesem Formblatt errechnete Punktwert wird als Maßstab für die Funktionsfähigkeit des operierten Knies verwendet. Hierbei entspricht auf einer Skala von 0 bis 100 ein Wert von 100 der vollen, uneingeschränkten Funktionsfähigkeit. Die in unseren beiden Vergleichsgruppen errechneten Mittelwerte von 88,96 (74,71-96,55) für die Allograftgruppe und 88,22 (79,31-98,85) für die Autograftgruppe können somit als gut bewertet werden.

Unsere Ergebnisse bestätigen den von GROSSMAN et al. (2005) ermittelten Durchschnittswert von 84,84. Eine Unterscheidung zwischen Allograft- und Autograftpatienten wurde von ihnen nicht vorgenommen. Aufgrund der geringen Differenz unserer beiden Gruppen untereinander, erscheint ein Vergleich unserer Ergebnisse mit ihrer Bewertung dennoch sinnvoll.

FOX et al. (2004) untersuchten eine Gruppe von 32 Patienten nach Revision mit einem Patellarsehnendrittel Allograft und errechneten einen Durchschnittswert von 71 Punkten. Sie weisen darauf hin, dass ihre Ergebnisse für die subjektive Patientenzufriedenheit niedriger sind, als die nach Primäreingriffen.

Aussagen zur Patientenzufriedenheit aus Studien, in denen das IKDC 2000 Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies keine Verwendung fand, zeigen insgesamt ebenfalls einen positiven Trend auf. LAXDAL et al. (2005) führten eine Studie zum Outcome nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion an 948 Patienten durch und berichteten, dass 80% der Untersuchten ihr Knie subjektiv als gut oder exzellent bewerteten. Bei den Postrevisionsstudien von TAGGART et al. (2004) und JOHNSON et al. (1996) berichteten 90%, respektive 76% ihrer Patienten, dass sie sich der gleichen Operation wieder unterziehen würden.

## **5.5 Schmerzsymptomatik**

KOCHER et al. (2002) weisen darauf hin, dass die Zufriedenheit von Patienten nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion vor allem von subjektiven Variablen abhängt. Dadurch kommt der Schmerzsymptomatik bei einem Vergleich, zwischen der vorderen Kreuzbandplastik durch das mittlere Patellarsehnendrittel Allograft, mit dem mittleren Patellarsehnendrittel Autograft eine erhebliche Bedeutung zu.

In mehreren Studien wurde bereits auf Komplikationen durch die Entnahme des mittleren Patellarsehnendrittels Autograft hingewiesen. So berichteten etwa JÄRVELÄ et al. (2000) von einem signifikanten Zusammenhang zwischen anterioren Knieschmerzen und einem Extensionsdefizit bei Patienten, die ein mittleres Patellarsehnendrittel Autograft als Ersatzplastik erhielten. 56% ihrer Patienten gaben noch 7 Jahre postoperativ milde bis mäßige Schmerzen im vorderen Kniebereich an. Für Primäroperationen scheint ein Zusammenhang zwischen Schmerzen und verminderter Funktionalität, vor allem in der postoperativen Phase, evident zu sein. Davon berichteten beispielsweise POEHLING et al. (2005). Zumindest teilweise lässt sich dieser Zusammenhang auch auf Revisionen übertragen. Hier muss zusätzlich die, aus der primären Rekonstruktion resultierende Schmerzsymptomatik mitberücksichtigt werden. Je nach zeitlichem Abstand zur Revision, fällt dieser eine unterschiedlich starke Bedeutung zu.

Patienten die primär mit einem mittleren Patellarsehndrittel Autograft versorgt worden waren und bei Revision ein Allografttransplantat erhielten, wiesen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, durchschnittlich 4,8 Jahre nach Revision, in 47% der Fälle Schmerzen beim Knien auf (FOX et al., 2004).

SAVALLI et al. (2004) untersuchten gezielt die Schmerzsymptomatik nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion. Sie konnten ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Schmerzen im vorderen Kniebereich und der Entnahme des mittleren Patellarsehndrittels herstellen. Allerdings wurde angemerkt, dass es bei der Auslegung des Schmerzes zu Fehlinterpretationen kommen kann. Schmerzen im vorderen Kniebereich ließen sich häufig auch auf ein Impingementsyndrom durch Fehlplatzierung des Bohrkanals oder auf ein „Cyclops-Syndrom“ zurückführen.

In unserer Studie konnte ein eindeutiger Zusammenhang zwischen perioperativer Schmerzsymptomatik und der Transplantatwahl gefunden werden. So ermittelten wir in der Allograftgruppe einen mittleren Wert von 3,7 auf der visuellen Analogskala (VAS) für das durchschnittliche Schmerzniveau direkt nach dem Revisionseingriff. Der mittlere Wert in der Autograftgruppe lag um mehr als 40% höher, bei 5,3 Punkten. Aufgrund der hohen Varianz der Einzelwerte, konnte die Signifikanz hier nur tendenziell nachgewiesen werden ( $p=0,091$ ). Alle übrigen postoperativen Werte zeigten eine deutliche, statistische Signifikanz ( $p=0,029$ ;  $p=0,030$ ;  $p=0,007$ ). Die Grafik in Abbildung 7 (unter 4.2.3) verdeutlicht dieses Ergebnis. Nach unseren Erkenntnissen ist dieser Unterschied als klinisch relevant zu bewerten, da sich ein höheres Schmerzniveau negativ auf eine frühzeitige Rehabilitation auswirkt. In diesem Zusammenhang sei auch auf Punkt 5.3 (Beweglichkeit) verwiesen.

Während sich die durchschnittliche Schmerzausprägung in beiden Gruppen in der perioperativen, sowie in der frühen Rehabilitationsphase sehr unterschiedlich zeigte, konnte eine derartige Divergenz zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht mehr festgestellt werden. Über leichte Knieschmerzen in Ruhe klagten drei Patienten der Allograftgruppe und ein Patient der Autograftgruppe. Bei gesteigerter körperlicher Aktivität, wie beispielsweise bei der Gartenarbeit oder beim Laufen, gaben zehn Allograftpatienten und fünf Autograftpatienten leichte Schmerzen im Knie an. Auf der visuellen Analogskala (VAS; mögliche Skalenwerte: 0-10) zeigte sich hierbei ein Durchschnittswert der Allograftgruppe von 0,95 ( $\sigma = 1,19$ ). In der Autograftgruppe lag dieser Wert im Mittel bei 0,70 ( $\sigma = 1,30$ ).

Kein Patient klagte über mäßige oder starke Schmerzen, weder in Ruhe noch bei körperlicher Belastung. Ein signifikanter Unterschied ließ sich in keinem Vergleichspunkt feststellen. Von ähnlich zufriedenstellenden Ergebnissen berichteten auch andere Autoren, die Allograft- mit Autografttransplantaten des mittleren Patellarsehnendrittels verglichen (CHANG et al., 2003; KLEIPOOL et al., 1998; SHELTON et al., 1997; VICTOR et al., 1997). Alle Arbeiten verwiesen auf vergleichbare, nicht signifikant unterschiedliche Ergebnisse in der Schmerzsymptomatik beider Gruppen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Der Schmerz beim Knien auf der operierten Seite stellte sich in unserer Studie tendenziell unterschiedlich dar. 30% der Allograftpatienten und 50% der Autograftpatienten gaben hierbei Schmerzen an. Bei einem dieser Patienten aus der Allograftgruppe und bei drei Patienten der Autograftgruppe war Knien zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung schmerzbedingt nicht möglich. Der betreffende Allograftpatient war in der Primäroperation mit einem Patellarsehnendrittel Autograft versorgt worden.

Fünf Patienten unserer Studie wurden bei Revision mit einem kontralateralen Patellarsehnendrittel versorgt. Davon gaben drei ebenfalls Schmerzen beim Knien auf der Entnahmeseite an.

MASTROKALOS et al. (2005) untersuchten mögliche Unterschiede zwischen ipsi- oder kontralateraler Entnahme des Patellarsehnendrittels und bestätigten, dass sämtliche Symptome der Entnahmemorbidität lediglich auf das zuvor gesunde Knie übertragen werden. Auch konnten sie, bei kontralateraler Entnahme, keine schnellere Rückkehr zum präoperativen Aktivitätslevel feststellen. In diesem Zusammenhang gewinnt die Verwendung von Allografts weiter an Bedeutung. Die Option auf Schonung eines gesunden Knies sollte als wichtiger Punkt in etwaige Überlegungen mit einfließen.

In Bezug auf das Schmerzverhalten beim Knien konnten desweiteren GORSCHESKY et al. (2002) einen relativen Vorteil von Allografts gegenüber Autografts feststellen. 27% der Autograft- und keiner der Allograftpatienten zeigten hier Schmerzen auf der operierten Seite.

Insgesamt beschreiben unsere Resultate durchschnittlich 20 Monate postoperativ keinen signifikanten Unterschied in der Schmerzsymptomatik zwischen Allograft- und Autograftpatienten. Dieses mittelfristige Ergebnis steht im Einklang mit der Aussage von NOYES und BARBER-WESTIN (1996), die darauf hinwiesen, dass, unter langfristigen Aspekten, Schmerzen alleine kein Argument für das Verwenden einer Alloplastik darstellen. Dem entgegen stehen unsere Ergebnisse zum peri- und postoperativen Schmerzverhalten. In

der für die Rehabilitation wichtigen frühen postoperativen Phase fallen die Schmerzen bei Allograftpatienten geringer aus. Für den Heilungsprozess im Zuge einer optimalen Rehabilitation und damit für eine bestmögliche Funktionalität erweist sich dies als Vorteil.

## 5.6 Tegner Activity Score

Wir verwendeten den Tegner Activity Score als objektives Bewertungskriterium der sportlichen Aktivität zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Für die Gruppe der Allograftpatienten konnten wir einen Mittelwert von 5,6 (3-10) errechnen. Dieser Wert entspricht Freizeitsportarten wie Tennis, Badminton oder Skifahren. Die Einzelwerte der Patienten zeigten sich in dieser Gruppe relativ inhomogen (Siehe auch Diagramm in Abbildung 12 unter 4.3.3.2). In der Autograftgruppe lag der durchschnittliche Tegner Activity Score bei 4,7 (3-10) und entspricht Freizeitsportarten wie Joggen auf unebenem Untergrund oder Leistungssportarten wie Radfahren oder Langlaufen. Der Unterschied erwies sich als nicht signifikant und bestätigt die Ergebnisse von KLEIPOOL et al. (1998) und VICTOR et al. (1997), die in ihren Arbeiten ebenfalls keinen signifikanten Unterschied feststellen konnten.

Einen Vergleich des Tegner Activity Scores mit anderen Studien, die ebenfalls die vordere Kreuzbandplastik mit einem Patellarsehnendrittel Allograft und/oder Autograft nachuntersuchten, zeigt die folgende Tabelle.

	<b>Ø Gesamt</b>	<b>Allografts</b>	<b>Autografts</b>
<b>Eigene Patienten</b>	5,1	5,6	4,7
<b>Revisionsstudien</b>			
GROSSMAN et al., 2005	5,2		
TAGGART et al., 2004	4,8		
FOX et al., 2004		6,3	
URIBE et al., 1996	5,5		
<b>Primäroperationsstudien</b>			
BACH et al., 2005		6,0	
LAXDAL et al., 2005			6,0
KLEIPOOL et al., 1998		5,0	6,0
VICTOR et al., 1997		4,4	4,8

Tab. 11: Vergleich der Tegner Activity Scores verschiedener Autoren  
(Bei Angaben im Feld „Ø Gesamt“ fand in den einzelnen Studien keine weitere Aufteilung zwischen Allografts und Autografts statt.)

Wie aus der Tabelle ersichtlich, liegen unsere Ergebnisse in einem vergleichbaren Bereich wie vorhergehende Studien. Die Tabelle verdeutlicht auch, dass Ergebnisse nach Revision nicht wesentlich schlechter ausfallen, als die nach Primäroperationen.

## 5.7 Lysholm Score

Um den Zustand und die Funktionsfähigkeit des operierten Knies objektiv, zwischen beiden Gruppen und mit anderen Studien vergleichen zu können, zogen wir als flankierendes Kriterium den Lysholm Score hinzu. Unsere Allograftpatienten erreichten hierbei einen Durchschnittswert von 92,60 ( $\sigma = 4,30$ ). In der Gruppe der Autograftpatienten wurde ein mittlerer Wert von 90,35 ( $\sigma = 5,17$ ) errechnet. Diese Werte entsprechen einer Funktionsfähigkeit von über 90% in beiden Gruppen und können zwei Jahre postoperativ entsprechend positiv bewertet werden. Andere Studien berichten indes von niedrigeren Werten nach Revisionseingriffen. Die Ergebnisse der beiden Gruppen unterschieden sich nicht signifikant. Dieses Resultat steht im Einklang mit den Ergebnissen anderer Autoren, die in ihren Vergleichsstudien ebenfalls auf den Lysholm Score zurückgriffen. Aus der nachfolgenden Tabelle 12 sind die Ergebnisse anderer Arbeiten ersichtlich.

	<b>Ø Gesamt</b>	<b>Allografts</b>	<b>Autografts</b>
<b>Eigene Patienten</b>	91,48	92,60	90,35
<b>Revisionsstudien</b>			
GROSSMAN et al., 2005	86,6		
TAGGART et al., 2004	85		
FOX et al., 2004		75	
URIBE et al., 1996	83,2		
<b>Primärooperationsstudien</b>			
BACH et al., 2005		82	
LAXDAL et al., 2005			90
KUSTOS et al., 2004		84,1	89,9
GORSCHESKY et al., 2002		92,04	94,81
KLEIPOOL et al., 1998		94	95
VICTOR et al., 1997		85,4	92,6
INDELICATO et al., 1992		91	

Tab. 12: Vergleich der Ergebnisse des Lysholm Scores verschiedener Studien  
(Bei Angaben im Feld „Ø Gesamt“ fand in den einzelnen Studien keine weitere Aufteilung zwischen Allografts und Autografts statt.)



## 5.8 Radiologische Diagnostik

### 5.8.1 Arthrose

GILLQUIST und MESSNER (1999) legten in ihrer Arbeit dar, dass das Risiko arthrotischer Veränderungen im Kniegelenk, nach Ruptur des vorderen Kreuzbandes, gegenüber einem gesunden Knie bis zu zehnfach erhöht ist. Bei zusätzlicher Meniskusresektion oder Meniskusteilresektion steigt das Risiko weiter. Diese Ergebnisse werden von anderen Studien (HART et al., 2005; WANG et al., 2004; FINK et al., 1994; FRIEDERICH und O'BRIEN, 1993) bestätigt.

In der Literatur finden sich unterschiedliche Aussagen zu Therapien, die das Risiko arthrotischer Veränderungen nach einer Kreuzbandruptur soweit wie möglich minimieren sollen. So unterstrichen DANIEL et al. (1995) und FINK et al. (1994) in ihren Arbeiten ein häufigeres Auftreten arthrotischer Veränderungen nach operativer Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes als nach konservativer Behandlung. Andere Autoren (HART et al., 2005; SEITZ et al., 1994) berichteten von einem gegenteiligen und auch weitaus eindeutigeren Ergebnis.

Bei 28 unserer insgesamt 40 Patienten konnten wir Aufnahmen, die vor der Revision erstellt wurden, mit von uns, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, angefertigten Röntgenbildern vergleichen. Da die alten Röntgenbilder der einzelnen Patienten in einem stark divergenten Zeitraum erstellt wurden, lässt dies keine eindeutige, mit anderen Studien vergleichbare Schlussfolgerung zu. Eine tendenzielle Aussage über arthrotische Veränderungen der operierten Kniegelenke unserer Patienten ist uns jedoch möglich. In 14% (4/28) der Fälle konnten wir eine Verschlechterung entweder retropatellar und/oder im medialen Kompartiment feststellen.

Beim Vergleich der, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung angefertigten Röntgenbilder zwischen der Allograft- und der Autograftgruppe diagnostizierten wir keinen signifikanten Unterschied. Die Ausprägungen der Retropatellararthrosen sowie der Arthrosen im medialen oder lateralen Kompartiment stellten sich in beiden Gruppen im Verhältnis in etwa gleich dar. Ähnliche Ergebnisse belegten die Vergleichsstudien zwischen Allograft- und Autograftpatienten von GROSSMAN et al. (2005) und URIBE et al. (1996).

### 5.8.2 Bohrkanalerweiterungen

Die noch weitgehend ungeklärte Ätiologie der Bohrkanalerweiterungen (tunnel widening) wurde in der Literatur bis dato kontrovers diskutiert. HÖHER et al. (1998) fassen in ihrem Artikel mögliche Ursachen zusammen und kommen zu dem Schluss, dass noch eingehender Forschungsbedarf besteht, um das Phänomen besser beurteilen zu können. Für sie kommt neben Entzündungsreaktionen, sowie biologischen und mechanischen Ursachen, auch eine Immunreaktion gegenüber Allografts als Ursache in Betracht. WILSON et al. (2004) gehen demgegenüber von einer multifaktoriellen Ätiologie aus. JAGODZINSKI et al. (2005) weisen indes in ihrer Studie den biomechanisch wirksamen Kräften eine Schlüsselrolle in der Entstehung von Bohrkanalerweiterungen zu.

In unseren beiden Vergleichsgruppen konnten wir keinen Unterschied im tibialen tunnel widening feststellen. So zeigte sich in jeder Gruppe bei 22% der Patienten eine Erweiterung des tibialen Bohrkanals. Unterschiedlich, jedoch statistisch nicht signifikant, erwies sich das Ergebnis der Untersuchung des femoralen Bohrkanals. 11% der Allograftpatienten zeigten hier eine Erweiterung, jedoch keiner der Autograftpatienten. ZIJL et al. (2000) fanden in ihrer Vergleichsstudie zwischen Allograft- und Autograftpatienten hingegen bei keinem ihrer Patienten einen Hinweis auf femorales tunnel widening. In Bezug auf die, von ihnen beobachteten tibialen Bohrkanalerweiterungen konnten sie einen klaren Zusammenhang zur Platzierung des Bohrkanals herstellen. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Allograft- und Autograftpatienten ergab sich auch in dieser Arbeit nicht.

Auch HARRIS et al. (2002) konnten in ihrer Studie am Tiermodell tibiales tunnel widening nach Allografttransplantation nachweisen. Sie fügten aber hinzu, dass dies auf der histologischen Ebene keinen Einfluss auf die endgültige Inkorporation hatte.

Studien die den Einfluss von Bohrkanalerweiterungen auf das klinische Outcome von Patienten nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion untersuchten, stellten keinen Zusammenhang zwischen dieser Erweiterung und dem Verlust von Stabilität oder anderen klinisch relevanten Merkmalen fest (HERSEKLI et al., 2004; JO et al., 2004; KLEIN et al., 2003; PEYRACHE et al., 1996). Die Ergebnisse dieser Studien können wir mit unserer Arbeit bestätigen.

### 5.8.3 Patellaposition

Dass sich die Patellaposition durch die Entnahme des mittleren Patellarsehnendrittels verändern kann, wurde bereits in mehreren Studien nachgewiesen (LIN et al., 2005; BREITFUSS et al., 1996). Auch in unserer Studie zeigte sich tendenziell eine Verkürzung der Patellarsehne in beiden Gruppen. 28% (5/18) der Autograftpatienten zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach den Kriterien von INSALL und SALVATI (1971) eine Patella baja. In der Allograftgruppe konnte eine Patella baja bei 39% (7/18) der Patienten nachgewiesen werden. Von diesen waren jedoch alle bei der Primäroperation mit einem Patellarsehnendrittel Autograft versorgt worden.

Eine Patella alta ließ sich bei keinem unserer Patienten diagnostizieren. Im Gegensatz dazu zeigte sich bei WANG et al. (2004), die die Patellaposition nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion mit einem Patellarsehnendrittel Autograft untersuchten, bei 9% ihrer Patienten eine Patella alta. Eine Patella baja fiel bei 18% ihrer Patienten auf.

TRIA et al. (1994) ermittelten ebenfalls bei einem hohen Prozentsatz ihrer Patienten eine Patella baja nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion. Eine Korrelation zwischen der Patellaposition in ihren radiologischen Befunden und patellofemoralem Schmerz konnten sie nicht feststellen. Dieses Ergebnis können wir in unserer Studie bestätigen.

### 5.8.4 Patellatiltwinkel

Zwischen unseren beiden Vergleichsgruppen unterschied sich der jeweils durchschnittliche Patellatiltwinkel nach LAURIN et al. (1978), zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, nur geringfügig ( $\Delta = 0,3^\circ$ ).

Eine objektive Beurteilung des Einflusses der Transplantatwahl auf den Patellatiltwinkel war aufgrund der Inhomogenität der Ersttransplantate unserer Patienten nicht möglich.

Entsprechende Erhebungen sind günstigstenfalls nach Primärinterventionen durchzuführen.

MUELLNER et al. (1999) berichteten, dass sie ein Jahr nach vorderer

Kreuzbandrekonstruktion keine Änderung des Tiltwinkels feststellen konnten.

Da sich die durchschnittlichen Ergebnisse unserer beiden Gruppen sehr ähnlich gestalteten, ist es unserer Ansicht nach unwahrscheinlich, dass sich die Verwendung von Allografttransplantaten negativ auf den Patellatiltwinkel auswirkt.

## **5.9 Allografttransplantate als Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes**

Die Verwendung von Allografttransplantaten zum Ersatz des vorderen Kreuzbandes wird nach wie vor kontrovers diskutiert. So stellen OLSON et al. (1992) vor allem Vorteile, wie die kürzere Operationszeit, die Vermeidung von Entnahmemorbidität und die bessere Verwendbarkeit bei multiplen Verletzungen oder bei Revisionseingriffen in den Vordergrund. Als weiterer Vorzug der Allografts gegenüber Autografttransplantaten des mittleren Patellarsehnendrittels muss das geringere Risiko einer Patellafraktur genannt werden, wie es von STEIN et al. (2002) und von PAPAGEORGIOU et al. (2001) für autologe Transplantate des mittleren Patellarsehnendrittels beschrieben wurde. Weitere Vorteile sind dem Punkt 1.3.1 zu entnehmen.

Mögliche Nachteile von Allografttransplantaten als Ersatz des vorderen Kreuzbandes sollen im Folgenden genauer diskutiert werden.

Ein Hauptkritikpunkt bei der Verwendung von Allografts ist die Gefahr der Infektionsübertragung durch das Transplantat selbst. In der Studie von BUCK et al. (1989) wurde das potentielle Infektionsrisiko mit Viren, wie den Hepatitisviren oder dem Human Immunodeficiency Virus (HIV) diskutiert. Laut der von ihnen ermittelten Daten liegt das, bei Knochentransplantationen statistisch bestehende Infektionsrisiko mit dem HI-Virus durchschnittlich bei 1:1,7 Mio.

Auch die relativ seltene Komplikation einer bakteriellen Infektionsübertragung durch ein Allotransplantat muss in Betracht gezogen werden. LUTZ et al. (2001) berichteten von 4 Fällen septischer Arthritiden nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion mit Allografts. Genaue Zahlen zur Inzidenz bakterieller Infektionen durch allogenen Kreuzbandersatz lagen nicht vor. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sich eine Unterscheidung zwischen einer durch das Allotransplantat entstandenen und einer nosokomialen, septischen Arthritis relativ schwierig gestaltet.

CRAWFORD et al. (2005) bemerkten hierzu, dass aseptisch behandelte Allografts mit einem größeren Infektionsrisiko behaftet sind, als sterile Allografts, die, ihrer Ansicht nach das gleiche Risiko tragen wie Autografts. Bei nur aseptisch behandelten Allografttransplantaten werden die bereits im Spender vorhandenen Verunreinigungen nicht eliminiert.

In unserer Studie konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung kein Hinweis auf eine Infektion diagnostiziert werden. Dieses Ergebnis wird von anderen, bereits vorher zitierten

klinischen Arbeiten, bei denen ebenfalls Allografts Verwendung fanden, bestätigt (BACH et al., 2005; NOYES und BARBER-WESTIN, 1996; NIN et al., 1996).

Als weiterer, wichtiger Kritikpunkt bei der Verwendung von Allografts wird häufig die Möglichkeit einer Immunreaktion mit eventuell konsekutiver Abstoßung oder Resorption des allogenen Transplantats genannt. ARNOCZKY et al. (1986) bestätigten diesen Sachverhalt in einer experimentellen Studie für frische Allografts. Bei zuvor tiefgefrorenen Transplantaten stellten sie keinen Fall einer Entzündungs- oder Abstoßungsreaktion fest. Ein Jahr postoperativ zeigte sich bei den zuvor tiefgefrorenen Allografts eine gute Inkorporation mit einer histologischen Struktur, vergleichbar der eines normalen vorderen Kreuzbandes. Diese Befunde wurden durch die Arbeiten von JASKULKA et al. (1997) und von SHINO und HORIBE (1991), ebenfalls am Tiermodell, bestätigt. MALININ et al. (2002) und JACKSON et al. (1993) wiesen jedoch darauf hin, dass sich die Inkorporation bei Allografttransplantaten langsamer abspielt, als bei körpereigenem Gewebe. In der Arbeit von MALININ et al. (2002) wird darüber hinaus ein Zeitrahmen von drei Jahren oder mehr für die komplette Revaskularisierung und den durchgehenden Ersatz mit eigenen Zellen postuliert. Aus diesen Erkenntnissen ergeben sich, gerade für die postoperative Behandlung wichtige Gesichtspunkte.

Vor allem die Methoden, die zur Reinigung bzw. zur Sterilisation der Allografts angewendet werden, scheinen einen großen Einfluss auf die biomechanischen Eigenschaften und somit auf die Haltbarkeit des Transplantats zu haben. Für Verfahren wie die Gefriertrocknung oder die Sterilisation mit  $\gamma$ -Strahlen oder Ethylenoxid konnte ein negativer Einfluss auf die biomechanischen Eigenschaften der Transplantate experimentell bestätigt werden.

Gefriergetrocknete Allografts zeigten gegenüber einer Kontrollgruppe, als auch gegenüber fresh frozen Allografts eine höhere Laxizität (INDELICATO et al., 1990; JACKSON et al., 1987).

Den guten Desinfektionseigenschaften von Ethylenoxid (MOORE et al., 2004) stehen eine schlechte Biokompatibilität und der negative Einfluss auf die biomechanischen Eigenschaften gegenüber. SILVAGGIO et al. (1993) wiesen nach, dass mit Ethylenoxid behandelte Allografts die Bildung von Interleukin-1 induzieren und somit für Entzündungsreaktionen im Gelenk verantwortlich gemacht werden können.

Gefriergetrocknete und mit Ethylenoxid sterilisierte Allografts zeigten insgesamt hohe Transplantatversagerraten (ROBERTS et al., 1991; JACKSON et al., 1990).

Bei der Sterilisation allogenen Gewebes mit  $\gamma$ -Strahlen werden üblicherweise Dosen von 15.000 Gy bis 25.000 Gy (1,5-2,5 Mrad) verwendet. Laut FIDELER et al. (1995) ergeben sich bereits ab einer Bestrahlungsdosis von 20.000 Gy (2,0 Mrad) biomechanische Einbußen. Um HI-Viren komplett zu inaktivieren werden jedoch höhere Bestrahlungsdosen benötigt (SMITH et al., 2001). CAMPBELL und LI (1999) geben eine Strahlendosis von 89.000 Gy (8,9 Mrad) an, um HI-Viren sicher zu inaktivieren.

Gute Ergebnisse konnten bei der Sterilisation mit Peressigsäure nachgewiesen werden. Diese relativ neue Methode der Allograftbehandlung scheint die biomechanischen Eigenschaften des Transplantats nicht signifikant zu verändern und somit möglicherweise eine gute Alternative für die zukünftige Allograftbehandlung darzustellen (SCHEFFLER et al., 2005; LOMAS et al., 2004).

Eine weitere vielversprechende Sterilisationsmethode stellt das sogenannte BioCleanse™ Verfahren dar. Hierbei werden die allogenen Transplantate mechanisch gereinigt und in der Folge mit mehreren chemischen Substanzen sterilisiert. MROZ et al. (2006) zeigten bei derart behandelten Allografts, dass sich die biomechanischen Transplantateigenschaften nicht signifikant veränderten.

Das BioCleanse™ Verfahren wurde auch zur Sterilisation der von uns verwendeten Allografts angewendet. Bei keinem unserer Patienten konnten makroskopische Hinweise auf eine nicht vertragene Allografttransplantation, wie beispielsweise Abstoßungsreaktionen, Instabilitäten, übermäßige Schmerzen oder Schwellungen festgestellt werden.

Mehrere klinische Studien, in denen Patienten mit Allografttransplantaten nachuntersucht wurden, gehen auch auf Zeichen möglicher Immun- bzw. Abstoßungsreaktionen ein.

KUSTOS et al. (2004) verwendeten unbestrahlte Allotransplantate des mittleren Patellarsehnendrittels und konnten in einem Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich 38 Monaten keine Zeichen einer Abstoßungsreaktion oder Absorption der Transplantate feststellen. Vergleichbare Ergebnisse finden sich auch bei FOX et al. (2004), CHANG et al. (2003), KLEIPOOL et al. (1998), HARNER et al. (1996) und INDELICATO et al. (1990).

Aus unseren vorhergehenden Betrachtungen ist abzuleiten, dass eine Vielzahl von Faktoren eine dauerhafte Stabilität der Allografttransplantate beeinträchtigen kann. Vor allem Rupturen aufgrund inadäquater Traumata weisen auf diesen Sachverhalt hin. Als mögliche Ursachen finden sich unter anderem eine zu frühe bzw. zu starke Belastung des Transplantats,

eine nicht erkannte Immunreaktion oder chirurgische Fehler, die für eine erneute Ruptur oder eine Transplantatabsorption verantwortlich gemacht werden können.

VICTOR et al. (1997) führen die, in ihrer Studie aufgezeigte Rerupturrate von 12% (3/25) bei Allograftpatienten gegenüber 0% bei ihren Autograftpatienten auf die langsamere Inkorporation des allogenen Materials zurück.

Auch STRINGHAM et al. (1996) verglichen die klinischen Ergebnisse von Allograftpatienten mit denen von Autograftpatienten und stellten als einzigen, statistisch signifikanten Unterschied fest, dass sich bei 13% ihrer Allograftpatienten Rerupturen ereigneten, jedoch bei keinem der Patienten der Autograftgruppe ( $p=0,011$ ).

Ein ähnliches Ergebnis beschrieben ferner GORSCHESKY et al. (2002). Auch bei ihnen zeigte sich in der Gruppe der Allograftpatienten eine signifikant höhere Rerupturrate von 20,6% gegenüber 4,8% bei den Autografts. Die Autoren führten die höhere Quote bei den Allografts sowohl auf eine verzögerte Inkorporation und auf einen verlängerten Umbauvorgang, als auch auf das niedrigere Alter und die damit häufig verbundene höhere sportliche Aktivität ihrer Allograftpatienten zurück. Da GORSCHESKY et al. (2002) in ihrer Studie gammabestrahlte Allografts verwendeten, sei in diesem Zusammenhang noch mal auf die, bereits unter Punkt 5.2 erwähnten Ergebnisse von GIBBONS et al. (1991) zum biomechanischen Verhalten strahlenbehandelter Allografts hingewiesen.

Als Therapieversager sind neben den Patienten mit kompletter Ruptur der vorderen Kreuzbandplastik auch diejenigen Patienten zu berücksichtigen, die in der postoperativen Nachuntersuchung eine zwar intakte, jedoch instabile bzw. elongierte vordere Kreuzbandplastik zeigten.

Gemäß der Richtlinien des IKDC 2000 Scores definierten wir in unserer Studie Patienten als Therapieversager, die eine instrumentell gemessene vordere Translation von mehr als 5mm oder einen Pivot-Shift clunk aufwiesen. Dies traf nur auf einen Patienten der Allograftgruppe zu. Somit ergab sich in unserer Studie eine failure rate von 5% in der Allograftgruppe und eine overall failure rate von 2,5%. Keiner unserer Patienten wies eine erneute Ruptur der vorderen Kreuzbandplastik auf. Es zeigt sich somit in unserer Arbeit eine erheblich bessere Versagerquote, als in anderen Revisionsstudien. In der Arbeit von SIEBOLD et al. (2002) präsentierten sich 15% der von ihnen untersuchten Allograftpatienten als Therapieversager. Noch höher erwies sich die Versagerrate in 2 Studien von NOYES et al. (2001, 1994), in welchen zum einen Allograftpatienten und zum anderen Autograftpatienten nach vorhergehender Revision untersucht wurden. Die Quote der Versager in ihrer Autograftstudie

(2001) belief sich auf 24%. Es ist jedoch wichtig darauf hinzuweisen, dass hier in der Mehrzahl (93%) der Fälle komplexe Instabilitäten oder Kreuzbandrupturen mit zusätzlichen Problemstellungen und dadurch erhöhter Komplikationsrate erfasst wurden. In ihrer 1994 erschienen Studie, in der nur Revisionsallografts untersucht worden waren, lag die Versagerquote, unter ähnliche Voraussetzungen, bei 33%. Aufgrund dieser, bei Allografttransplantationen noch höheren Zahl an Therapieversagern bleiben für NOYES und BARBER-WESTIN (2001) Autografttransplantate bei Revisionseingriffen immer noch die erste Wahl. Die Autoren wiesen außerdem darauf hin, dass ihre Versagerrate nach Revision dreifach höher ist, als nach vergleichbaren Primäreingriffen.

Die meist schwierigeren Grundvoraussetzungen im Operationsgebiet limitieren häufig den Erfolg von Revisionen.

Vor allem im Hinblick auf komplexere Fälle, glauben wir, in Allografttransplantaten eine geeignete Ersatzplastik gefunden zu haben, die sich durch verbesserte Reinigungsprozesse und vergleichbare biomechanische Eigenschaften mittlerweile als durchaus adäquate Alternative zu Autografttransplantaten präsentiert.

## **5.10 sozioökonomische Auswirkungen**

Auch der volkswirtschaftliche Aspekt spielt bei der Entscheidung zwischen einem Allograft- oder einem Autografttransplantat eine nicht unerhebliche Rolle. Unsere Hypothese, dass die Verwendung eines Allografts die Zeit der postoperativen Arbeitsunfähigkeit, aufgrund des weniger invasiven Eingriffs verkürzt, konnte nicht bestätigt werden. Die Patienten der Allograftgruppe waren durchschnittlich 11 Tage länger arbeitsunfähig, als die Patienten der Autograftgruppe. Ein kausaler Zusammenhang mit anderen Variablen manifestierte sich nicht. Demgegenüber ermittelten GORSCHESKY et al. (2002) beim Vergleich der Arbeitsunfähigkeitsdauer einen signifikanten Unterschied zugunsten der Allograftgruppe (2,3 Monate gegenüber 2,6 Monaten bei den Autograftpatienten), ohne dies jedoch genauer zu analysieren.

Ein weiterer sozioökonomisch wichtiger Aspekt sind die durch den Eingriff entstehenden Kosten. Da die Abrechnung chirurgischer Interventionen je nach Klinik deutliche Unterschiede aufweist, sind die Operationskosten im Allgemeinen schwierig zu beurteilen.



COLE et al. (2005) stellten in ihrer Studie einen Kostenvergleich zwischen der Nutzung eines Allograft- und eines Autografttransplantates zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes an, in der sie sämtliche, durch den Eingriff entstehende Kosten gegeneinander aufrechneten. Vor allem aufgrund der kürzen Operationszeit und der ebenfalls kürzeren Hospitalisationszeit, errechneten sie um durchschnittlich 19% niedrigere Gesamtkosten bei der Verwendung eines Allografttransplantates. Ein entscheidender Faktor ist in diesem Zusammenhang der Preis des Allografttransplantats selbst. In der Studie von COLE et al. (2005) belief sich dieser auf durchschnittlich 415 US\$. Die von uns verwendeten Allografts waren weitaus kostenintensiver (Stückpreis: 1800 €). Hierdurch erwies sich die Verwendung eines Allografts bei unseren Patienten als finanziell aufwendiger, als die Implantation eines Patellarsehnendrittels Autograft.

### **5.11 Schlussfolgerung**

Bei all unseren Patienten konnte durch den Revisionseingriff eine deutliche klinische Verbesserung erreicht werden.

Als Ergebnis unserer Studie stellen wir fest, dass die von uns verwendeten Allografttransplantate Autografttransplantaten sowohl im Hinblick auf Stabilität, als auch in anderen wichtigen klinischen Aspekten, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, als gleichwertig zu erachten sind. Den Vorteilen des günstigeren postoperativen Schmerzverhaltens, der nicht vorhandenen Entnahmemorbidität, sowie des besseren Extensionsverhaltens, stehen Nachteile wie ein, nach wie vor vorhandenes, aber geringes Infektionsrisiko und höhere Kosten gegenüber. Aufgrund unserer Zweijahresergebnisse stellt das mittlere Patellarsehnendrittel Allograft für uns eine adäquate, wenn auch kostenintensivere Alternative zum mittleren Patellarsehnendrittel Autograft dar. Gerade bei komplexen Instabilitäten oder bei Revisionseingriffen kann die Entnahmemorbidität vermieden werden. Zusätzliche Bohrkanaldefekte lassen sich durch die zumeist größeren Knochenblöcke komplikationslos auffüllen.

Die Entscheidung für ein bestimmtes Transplantat sollte vor diesem Hintergrund und entsprechend der patientenspezifischen Ausgangslage immer individuell getroffen werden.

## 6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde das klinische Ergebnis nach vorderer Kreuzbandplastik durch mechanisch gereinigtes fresh frozen Allograft aus dem mittleren Patellarsehnendrittel mit der, unter Zufallsauswahl bestimmten vorderen Kreuzbandplastik aus dem mittleren Patellarsehnendrittel Autograft verglichen.

20 Patienten, die während einer Zweitrekonstruktion des vorderen Kreuzbandes mit einem Patellarsehnendrittel Allograft versorgt worden waren, wurden durchschnittlich 20,4 Monate postoperativ nachuntersucht. Als Vergleichspopulation dienten 20 Patienten die, in der Operationsfolge als jeweils nächste, im Rahmen eines Revisionseingriffs mit einem mittleren Patellarsehnendrittel Autograft versorgt worden waren. Beide Gruppen unterschieden sich weder in Bezug auf das durchschnittliche Alter noch auf das Geschlecht signifikant voneinander.

Als Hauptzielkriterium fand das Formblatt zur Untersuchung des Knies des IKDC 2000 Scores Anwendung. Die Patienten wurden auf Stabilität, Bewegungsumfang, Schmerzsymptomatik und auf radiologische Veränderungen hin untersucht.

Die objektive Messung der vorderen Translation durch den KT 1000™ Knee Ligament Arthrometer® zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen.

Das durchschnittliche postoperative Schmerzverhalten erwies sich in der Allograftgruppe als signifikant niedriger im Vergleich zur Autograftgruppe (kleinstes  $p=0.007$ ).

Ein signifikanter Unterschied im Schmerzverhalten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte nicht nachgewiesen werden.

Bei deutlich mehr Patienten der Autograftgruppe konnte während der Nachuntersuchung ein Extensionsdefizit festgestellt werden ( $p=0,008$ ). Hingegen zeigte die radiologische Diagnostik keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich degenerativer Veränderungen.

Bei der subjektiven Beurteilung durch die Patienten auf Grundlage des IKDC 2000 Scores (Formblattes zur subjektiven Beurteilung des Knies) konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen ermittelt werden.

Die Auswertung des Formblattes zur Untersuchung des Knies des IKDC 2000 Scores ergab bei 15% der Patienten der Allograftgruppe eine Zuordnung zur Leistungsgruppe A, bei 75% zur Leistungsgruppe B. 10% der Patienten konnten hier der Kategorie C zugeordnet werden. Bei der Auswertung der Autograftgruppe konnten 10% der Patienten der Leistungsgruppe A zugeordnet werden, 75% der Gruppe B und 15% der Gruppe C. Dieser Unterschied war nicht signifikant.

Bei allen in der Studie untersuchten Patienten wurde durch den Revisionseingriff eine deutliche klinische Verbesserung erreicht.

Die von uns verwendeten Allografttransplantate erwiesen sich gegenüber den damit verglichenen Autografttransplantaten sowohl im Hinblick auf Stabilität, als auch in anderen wichtigen klinischen Aspekten, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung als gleichwertig. Den Vorteilen des günstigeren postoperativen Schmerzverhaltens, der nicht vorhandenen Entnahmemorbidität, sowie des besseren Extensionsverhaltens, stehen Nachteile wie ein, wenn auch geringes, potentiell Infektionsrisiko und höhere Kosten gegenüber.

Unserer Ansicht nach stellen mechanisch gereinigte fresh frozen Allografts eine empfehlenswerte Alternative zu autologen Transplantaten des mittleren Patellarsehnendrittels dar.

## **7. Ausblick**

Aufgrund der derzeitigen Gesetzeslage ist eine Verwendung der Allografttransplantate in Deutschland momentan kaum praktikabel. In naher Zukunft sollten daher praxisbezogene Transplantationsrichtlinien erarbeitet werden. Darüber hinaus scheint eine weitere Validierung und Standardisierung der Reinigungs- und Sterilisationsverfahren allogenen Gewebes angebracht.

## 8. Literaturverzeichnis

1. **Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Zaccherotti G**  
Patellofemoral problems after intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction.  
*Clin Orthop Relat Res.* 1993 Mar;(288):195-204
2. **Allen CR, Giffin JR, Harner CD**  
Revision anterior cruciate ligament reconstruction.  
*Orthop Clin North Am.* 2003 Jan;34(1):79-98
3. **Anderson AF, Snyder RB, Federspiel CF, Lipscomb AB**  
Instrumented evaluation of knee laxity: a comparison of five arthrometers.  
*Am J Sports Med.* 1992 Mar-Apr;20(2):135-40
4. **Anderson AF, Snyder RB, Lipscomb AB Jr**  
Anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study of three surgical methods.  
*Am J Sports Med.* 2001 May-Jun;29(3):272-9
5. **Andersson C, Odensten M, Gillquist J**  
Knee function after surgical or nonsurgical treatment of acute rupture of the anterior cruciate ligament: a randomized study with a long-term follow-up period.  
*Clin Orthop Relat Res.* 1991 Mar;(264):255-63
6. **Arnoczky SP, Warren RF, Ashlock MA**  
Replacement of the anterior cruciate ligament using a patellar tendon allograft. An experimental study.  
*J Bone Joint Surg Am* 1986 Mar;68(3):376-85

- 7. Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Steen H**  
Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. A randomized study with two-year follow-up.  
*Am J Sports Med.* 2001 Nov-Dec;29(6):722-8
- 8. Bach BR Jr, Aadalén KJ, Dennis MG, Carreira DS, Bojchuk J, Hayden JK, Bush-Joseph CA**  
Primary anterior cruciate ligament reconstruction using fresh-frozen, nonirradiated patellar tendon allograft: minimum 2-year follow-up.  
*Am J Sports Med.* 2005 Feb;33(2):284-92
- 9. Barber FA, Elrod BF, McGuire DA, Paulos LE**  
Is an anterior cruciate ligament reconstruction outcome age dependent?  
*Arthroscopy.* 1996 Dec;12(6):720-5
- 10. Becker R, Ropke M, Nebelung W**  
Anterior cruciate ligament reconstruction - graft options and fixation techniques.  
*Zentralbl Chir.* 2002 Oct;127(10):842-9
- 11. Benedetto KP**  
The "gold standard" in cruciate ligament replacement.  
*Chirurg.* 1995 Nov;66(11):1061-70
- 12. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE**  
Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I.  
*Am J Sports Med.* 2005 Oct;33(10):1579-602
- 13. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE**  
Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part II.  
*Am J Sports Med.* 2005 Nov;33(11):1751-67

- 14. Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Kannus P, Kaplan M, Samani J, Renstrom P**  
Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. A prospective, randomized study.  
*J Bone Joint Surg Am.* 2002 Sep;84-A(9):1503-13
- 15. Blickenstaff KR, Grana WA, Egle D**  
Analysis of a semitendinosus autograft in a rabbit model.  
*Am J Sports Med.* 1997 Jul-Aug;25(4):554-9
- 16. Bosch U, Kasperczyk WJ**  
The healing process after cruciate ligament repair in the sheep model.  
*Orthopäde.* 1993 Nov;22(6):366-71
- 17. Brand J, Weiler A, Caborn DN, Brown CH, Johnson DL**  
Graft Fixation in Cruciate Ligament Reconstruction.  
*Am J Sports Med.* 2000 Sep-Oct;28:761-74
- 18. Bray RC, Dandy DJ**  
Meniscal lesions and chronic anterior cruciate ligament deficiency. Meniscal tears occurring before and after reconstruction.  
*J Bone Joint Surg Br.* 1989 Jan;71(1):128-30
- 19. Breitfuss H, Frohlich R, Povacz P, Resch H, Wicker A**  
The tendon defect after anterior cruciate ligament reconstruction using the midthird patellar tendon - a problem for the patellofemoral joint?  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996;3(4):194-8
- 20. Buck BE, Malinin TI, Brown MD**  
Bone transplantation and human immunodeficiency virus. An estimate of risk of acquired immunodeficiency syndrome (AIDS).  
*Clin Orthop Relat Res.* 1989 Mar;(240):129-36

- 21. Buss DD, Min R, Skyhar M, Galinat B, Warren RF, Wickiewicz TL**  
Nonoperative treatment of acute anterior cruciate ligament injuries in a selected group of patients.  
*Am J Sports Med.* 1995 Mar-Apr;23(2):160-5
- 22. Campbell DG, Li P**  
Sterilization of HIV with irradiation: relevance to infected bone allografts.  
*Aust N Z J Surg.* 1999 Jul;69(7):517-21
- 23. Carson EW, Anisko EM, Restrepo C, Panariello RA, O'Brien SJ, Warren RF**  
Revision anterior cruciate ligament reconstruction: etiology of failures and clinical results.  
*J Knee Surg.* 2004 Jul;17(3):127-32
- 24. Chang SK, Egami DK, Shaieb MD, Kan DM, Richardson AB**  
Anterior cruciate ligament reconstruction: allograft versus autograft.  
*Arthroscopy.* 2003 May-Jun;19(5):453-62
- 25. Ciccotti MG, Lombardo SJ, Nonweiler B, Pink M**  
Non-operative treatment of ruptures of the anterior cruciate ligament in middle-aged patients. Results after long-term follow-up.  
*J Bone Joint Surg Am.* 1994 Sep;76(9):1315-21
- 26. Cole DW, Ginn TA, Chen GJ, Smith BP, Curl WW, Martin DF, Poehling GG**  
Cost comparison of anterior cruciate ligament reconstruction: autograft versus allograft.  
*Arthroscopy.* 2005 Jul;21(7):786-90
- 27. Colosimo AJ, Heidt RS Jr, Traub JA, Carlonas RL**  
Revision anterior cruciate ligament reconstruction with a reharvested ipsilateral patellar tendon.  
*Am J Sports Med.* 2001 Nov-Dec;29(6):746-50



- 28. Conteduca F, Ferretti A, Mariani PP, Puddu G, Perugia L**  
Chondromalacia and chronic anterior instabilities of the knee.  
*Am J Sports Med.* 1991 Mar-Apr;19(2):119-23
- 29. Cooper DE, Deng XH, Burstein AL, Warren RF**  
The strength of the central third patellar tendon graft. A biomechanical study.  
*Am J Sports Med.* 1993 Nov-Dec;21(6):818-23; discussion 823-4
- 30. Corry IS, Webb JM, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA**  
Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft.  
*Am J Sports Med.* 1999 Jul-Aug;27(4):444-54
- 31. Coupens SD, Yates CK, Sheldon C, Ward C**  
Magnetic resonance imaging evaluation of the patellar tendon after use of its central one-third for anterior cruciate ligament reconstruction.  
*Am J Sports Med.* 1992 May-Jun;20(3):332-5
- 32. Crawford C, Kainer M, Jernigan D, Banerjee S, Friedman C, Ahmed F, Archibald LK**  
Investigation of postoperative allograft-associated infections in patients who underwent musculoskeletal allograft implantation.  
*Clin Infect Dis.* 2005 Jul 15;41(2):195-200. Epub 2005 Jun 7
- 33. Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufman KR**  
Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study.  
*Am J Sports Med.* 1994 Sep-Oct;22(5):632-44
- 34. Daniel DM**  
Reference, Maintenance & User's Guide for the Knee Ligament Arthrometer®.  
First Edition, May 1993. © 1993 by MEDmetric® Corporation, 7542 Trade Street, San Diego, California 92121-2412.

**35. Debrunner AM**

Orthopädie, orthopädische Chirurgie: Die Störungen des Bewegungsapparates in Klinik und Praxis.

*Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle, 1994, 3. Auflage, S.139*

**36. Dick WF**

Evidence based emergency medicine.

*Anaesthesist. 1998;47:957-967*

**37. Eberhardt C, Jager A, Schwetlick G, Rauschmann MA**

History of surgery of the anterior cruciate ligament.

*Orthopäde. 2002 Aug;31(8):702-9*

**38. Eriksson K, Anderberg P, Hamberg P, Lofgren AC, Bredenberg M, Westman I, Wredmark T**

A comparison of quadruple semitendinosus and patellar tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament.

*J Bone Joint Surg Br. 2001 Apr;83(3):348-54*

**39. Eriksson K, Anderberg P, Hamberg P, Olerud P, Wredmark T**

There are differences in early morbidity after ACL reconstruction when comparing patellar tendon and semitendinosus tendon graft. A prospective randomized study of 107 patients.

*Scand J Med Sci Sports. 2001 Jun;11(3):170-7*

**40. Fagelman M, Freedman KB**

Revision reconstruction of the anterior cruciate ligament: evaluation and management.

*Am J Orthop. 2005 Jul;34(7):319-28*

**41. Feller JA, Webster KE**

A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction.

*Am J Sports Med. 2003 Jul-Aug;31(4):564-73*

- 42. Fideler BM, Vangsness CT Jr, Lu B, Orlando C, Moore T**  
Gamma irradiation: effects on biomechanical properties of human bone-patellar tendon-bone allografts.  
*Am J Sports Med.* 1995 Sep-Oct;23(5):643-6
- 43. Fideler BM, Vangsness CT Jr, Moore T, Li Z, Rasheed S**  
Effects of gamma irradiation on the human immunodeficiency virus. A study in frozen human bone-patellar ligament-bone grafts obtained from infected cadavera.  
*J Bone Joint Surg Am.* 1994 Jul;76(7):1032-5
- 44. Fink C, Hoser C, Benedetto KP**  
Development of arthrosis after rupture of the anterior cruciate ligament. A comparison of surgical and conservative therapy.  
*Unfallchirurg.* 1994 Jul;97(7):357-61
- 45. Fink C, Hoser C, Hackl W, Navarro RA, Benedetto KP**  
Long-term outcome of operative or nonoperative treatment of anterior cruciate ligament rupture - is sports activity a determining variable?  
*Int J Sports Med.* 2001 May;22(4):304-9
- 46. Fithian DC, Paxton LW, Goltz DH**  
Fate of the anterior cruciate ligament-injured knee.  
*Orthop Clin North Am.* 2002 Oct;33(4):621-36
- 47. Fox JA, Pierce M, Bojchuk J, Hayden J, Bush-Joseph CA, Bach BR Jr**  
Revision anterior cruciate ligament reconstruction with nonirradiated fresh-frozen patellar tendon allograft.  
*Arthroscopy.* 2004 Oct;20(8):787-94
- 48. Frank CB, Jackson DW**  
Current concepts review - the science of reconstruction of the anterior cruciate ligament.  
*J Bone Joint Surg Am.* 1997 Oct;79(10):1556-76

- 49. Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, Kaz A, Bach BR Jr**  
Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts.  
*Am J Sports Med.* 2003 Jan-Feb;31(1):2-11
- 50. Friederich NF, O'Brien WR**  
Gonarthrosis after injury of the anterior cruciate ligament: a multicenter, long-term study.  
*Z Unfallchir Versicherungsmed.* 1993;86(2):81-9
- 51. Fulkerson JP, Langeland R**  
An alternative cruciate reconstruction graft: the central quadriceps tendon.  
*Arthroscopy.* 1995 Apr;11(2):252-4
- 52. Galway HR, MacIntosh DL**  
The lateral pivot shift: a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency.  
*Clin Orthop Relat Res.* 1980 Mar-Apr;(147):45-50
- 53. Gibbons MJ, Butler DL, Grood ES, Bylski-Austrow DI, Levy MS, Noyes FR**  
Effects of gamma irradiation on the initial mechanical and material properties of goat bone-patellar tendon-bone allografts.  
*J Orthop Res.* 1991 Mar;9(2):209-18
- 54. Gillquist J, Messner K**  
Anterior cruciate ligament reconstruction and the long-term incidence of gonarthrosis.  
*Sports Med.* 1999 Mar;27(3):143-56
- 55. Gorschewsky O, Browa A, Vogel U, Stauffer E**  
Clinico-histologic comparison of allogenic and autologous bone-tendon-bone using one third of the patella tendon in reconstruction of the anterior cruciate ligament.  
*Unfallchirurg.* 2002 Aug;105(8):703-14

- 56. Grossman MG, ElAttrache NS, Shields CL, Glousman RE**  
Revision anterior cruciate ligament reconstruction: three- to nine-year follow-up.  
*Arthroscopy*. 2005 Apr;21(4):418-23
- 57. Hamner DL, Brown CH Jr, Steiner ME, Hecker AT, Hayes WC**  
Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament:  
biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques.  
*J Bone Joint Surg Am*. 1999 Apr;81(4):549-57
- 58. Harner CD, Irrgang JJ, Paul J, Dearwater S, Fu FH**  
Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction.  
*Am J Sports Med*. 1992 Sep-Oct;20(5):499-506
- 59. Harner CD, Olson E, Irrgang JJ, Silverstein S, Fu FH, Silbey M**  
Allograft versus autograft anterior cruciate ligament reconstruction: 3- to 5-year  
outcome.  
*Clin Orthop*. 1996 Mar;(324):134-44
- 60. Harris NL, Indelicato PA, Bloomberg MS, Meister K, Wheeler DL**  
Radiographic and histologic analysis of the tibial tunnel after allograft anterior cruciate  
ligament reconstruction in goats.  
*Am J Sports Med*. 2002 May-Jun;30(3):368-73
- 61. Hart AJ, Buscombe J, Malone A, Dowd GS**  
Assessment of osteoarthritis after reconstruction of the anterior cruciate ligament: a  
study using single-photon emission computed tomography at ten years.  
*J Bone Joint Surg Br*. 2005 Nov;87(11):1483-7
- 62. Hecker AT, Brown CH, Deffner KT, Rosenberg TD**  
Tensile properties of youngmultiole stranded hamstring grafts.  
*AAOS Specialty Day, American Orthopedic Society for Sports Medicine, San  
Francisco, February 16, 1997*

- 63. Hefti F, Müller W, Jakob RP, Staubli HU**  
Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form.  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1993;1(3-4):226-34
- 64. Hepp WR**  
Radiologie des Femoro-Patellargelenkes.  
*Enke, Stuttgart, 1983, S.19*
- 65. Hersekli MA, Akpınar S, Ozalay M, Ozkoc G, Cesur N, Uysal M, Pourbagher A, Tandogan RN**  
Tunnel enlargement after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: comparison of bone-patellar tendon-bone and hamstring autografts.  
*Adv Ther.* 2004 Mar-Apr;21(2):123-31
- 66. Hertel P, Behrend H, Cierpinski T, Musahl V, Widjaja G**  
ACL reconstruction using bone-patellar tendon-bone press-fit fixation: 10-year clinical results.  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005 May;13(4):248-55. Epub 2005 Feb 3
- 67. Highgenboten CL, Jackson A, Meske NB**  
Genucom, KT-1000, and Stryker knee laxity measuring device comparisons. Device reproducibility and interdevice comparison in asymptomatic subjects.  
*Am J Sports Med.* 1989 Nov-Dec;17(6):743-6
- 68. Höher J, Moller HD, Fu FH**  
Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction?  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6(4):231-40
- 69. Höher J, Tiling T**  
Differential transplant selection in cruciate ligament surgery.  
*Chirurg.* 2000 Sep;71(9):1045-54

- 70. Howe JG, Johnson RJ, Kaplan MJ, Fleming B, Jarvinen M**  
Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps patellar tendon graft. Part I.  
Long-term followup.  
*Am J Sports Med.* 1991 Sep-Oct;19(5):447-57
- 71. Indelicato PA, Bittar ES, Prevot TJ, Woods GA, Branch TP, Huegel M**  
Clinical comparison of freeze-dried and fresh frozen patellar tendon allografts for  
anterior cruciate ligament reconstruction of the knee.  
*Am J Sports Med.* 1990 Jul-Aug;18(4):335-42
- 72. Indelicato PA, Linton RC, Huegel M**  
The results of fresh-frozen patellar tendon allografts for chronic anterior cruciate  
ligament deficiency of the knee.  
*Am J Sports Med.* 1992 Mar-Apr;20(2):118-21
- 73. Insall J, Salvati E**  
Patella position in the normal knee joint.  
*Radiology.* 1971 Oct;101(1):101-4
- 74. Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH**  
Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome  
following anterior cruciate ligament reconstruction.  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6(2):107-14
- 75. Jackson DW, Corsetti J, Simon TM**  
Biologic incorporation of allograft anterior cruciate ligament replacements.  
*Clin Orthop Relat Res.* 1996 Mar;(324):126-33
- 76. Jackson DW, Grood ES, Arnoczky SP, Butler DL, Simon TM**  
Freeze dried anterior cruciate ligament allografts. Preliminary studies in a goat model.  
*Am J Sports Med.* 1987 Jul-Aug;15(4):295-303

- 77. Jackson DW, Grood ES, Goldstein JD, Rosen MA, Kurzweil PR, Cummings JF, Simon TM**  
A comparison of patellar tendon autograft and allograft used for anterior cruciate ligament reconstruction in the goat model.  
*Am J Sports Med.* 1993 Mar-Apr;21(2):176-85
- 78. Jackson DW, Windler GE, Simon TM**  
Intraarticular reaction associated with the use of freeze-dried, ethylene oxide-sterilized bone-patella tendon-bone allografts in the reconstruction of the anterior cruciate ligament.  
*Am J Sports Med.* 1990 Jan-Feb;18(1):1-10; discussion 10-1
- 79. Jäger M, Wirth CJ**  
Praxis der Orthopädie.  
*Band 2: Operative Orthopädie, Thieme, Stuttgart, New York, 2001, 3. Auflage, S.517*
- 80. Jagodzinski M, Foerstemann T, Mall G, Krettek C, Bosch U, Paessler HH**  
Analysis of forces of ACL reconstructions at the tunnel entrance: is tunnel enlargement a biomechanical problem?  
*J Biomech.* 2005 Jan;38(1):23-31
- 81. Jakob RP, Stäubli HU, Deland JT**  
Grading the pivot shift. Objective tests with implications for treatment.  
*J Bone Joint Surg Br.* 1987 Mar;69(2):294-9
- 82. Jakob RP, Stäubli HU**  
Kniegelenk und Kreuzbänder: Anatomie, Biomechanik, Klinik, Rekonstruktion, Komplikationen, Rehabilitation.  
*Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1990, S.273*
- 83. Jansson KA, Linko E, Sandelin J, Harilainen A**  
A prospective randomized study of patellar versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction.  
*Am J Sports Med.* 2003 Jan-Feb;31(1):12-8



**84. Jarvela T, Kannus P, Jarvinen M**

Anterior knee pain 7 years after an anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone autograft.

*Scand J Med Sci Sports. 2000 Aug;10(4):221-7*

**85. Jaskulka R, Ittner G, Birkner T**

Replacement of the anterior cruciate ligament by cold preserved bone-cruciate ligament-bone allotransplants. An experimental study in the sheep.

*Unfallchirurg. 1997 Sep;100(9):724-36*

**86. Jaureguito JW, Paulos LE**

Why grafts fail.

*Clin Orthop Relat Res. 1996 Apr;(325):25-41*

**87. Jensen MP, Karoly P, O'Riordan EF, Bland F Jr, Burns RS**

The subjective experience of acute pain. An assessment of the utility of 10 indices.

*Clin J Pain. 1989 Jun;5(2):153-9*

**88. Jo H, Jun DS, Lee DY, Lee SH, Seong SC, Lee MC**

Tibial tunnel area changes following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstructions with autogenous patellar tendon graft.

*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2004 Jul;12(4):311-6. Epub 2003 Nov 13*

**89. Johnson DL, Coen MJ**

Revision ACL surgery. Etiology, indications, techniques and results.

*Am J Knee Surg. 1995 Fall;8(4):155-67*

**90. Johnson DL, Fu FH**

Anterior cruciate ligament reconstruction: why do failures occur?

*Instr Course Lect. 1995;44:391-406*

**91. Johnson DL, Swenson TM, Irrgang JJ, Fu FH, Harner CD**

Revision anterior cruciate ligament surgery: Experience from Pittsburgh.

*Clin Orthop. 1996 Apr;(325):100-9*

- 92. Jomha NM, Borton DC, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA**  
Long-term osteoarthritic changes in anterior cruciate ligament reconstructed knees.  
*Clin Orthop Relat Res.* 1999 Jan;(358):188-93
- 93. Kaplan N, Wickiewicz TL, Warren RF**  
Primary surgical treatment of anterior cruciate ligament ruptures. A long-term follow-up study.  
*Am J Sports Med.* 1990 Jul-Aug;18(4):354-8
- 94. Kartus JT, Russell VJ, Salmon LJ, Magnusson LC, Brandsson S, Pehrsson NG, Pinczewski LA**  
Concomitant partial meniscectomy worsens outcome after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction.  
*Acta Orthop Scand.* 2002 Apr;73(2):179-85
- 95. Klein JP, Lintner DM, Downs D, Vavrenka K**  
The incidence and significance of femoral tunnel widening after quadrupled hamstring anterior cruciate ligament reconstruction using femoral cross pin fixation.  
*Arthroscopy.* 2003 May-Jun;19(5):470-6
- 96. Kleipool AE, van Loon T, Marti RK**  
Pain after use of the central third of the patellar tendon for cruciate ligament reconstruction. 33 patients followed 2-3 years.  
*Acta Orthop Scand.* 1994 Feb;65(1):62-6
- 97. Kleipool AE, Zijl JA, Willems WJ**  
Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patella tendon-bone allograft. A prospective study with an average follow up of 4 years.  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6(4):224-30
- 98. Kocher MS, Steadman JR, Briggs K, Zurakowski D, Sterett WI, Hawkins RJ**  
Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament reconstruction.  
*J Bone Joint Surg Am.* 2002 Sep;84-A(9):1560-72

**99. Kohn D**

Das Knie.

*Thieme, Stuttgart, New York, 2000, S.37-38*

**100. Kohn D, Rupp S**

Strategien zu Revisionseingriffen bei fehlgeschlagener vorderer Kreuzbandrekonstruktion.

*Chirurg. 2000 Sep;71(9):1055-65*

**101. Kohn D, Schneider G, Dienst M, Rupp S**

Diagnostik der Ruptur des vorderen Kreuzbandes.

*Orthopäde. 2002; 31(8):719-30*

**102. Krämer KL, Maichl FP**

Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie.

*Thieme, Stuttgart, New York, 1993, S.299*

**103. Kumar K, Maffulli N**

The ligament augmentation device: an historical perspective.

*Arthroscopy. 1999 May;15(4):422-32*

**104. Kustos T, Balint L, Than P, Bardos T**

Comparative study of autograft or allograft in primary anterior cruciate ligament reconstruction.

*Int Orthop. 2004 Oct;28(5):290-3. Epub 2004 May 28*

**105. LaPrade RF, Hamilton CD, Montgomery RD, Wentorf F, Hawkins HD**

The reharvested central third of the patellar tendon. A histologic and biomechanical analysis.

*Am J Sports Med. 1997 Nov-Dec;25(6):779-85*

- 106. Laurin CA, Levesque HP, Dussault R, Labelle H, Peides JP**  
The abnormal lateral patellofemoral angle: a diagnostic roentgenographic sign of recurrent patellar subluxation.  
*J Bone Joint Surg Am.* 1978 Jan;60(1):55-60
- 107. Laxdal G, Kartus J, Ejerhed L, Sernert N, Magnusson L, Faxen E, Karlsson J**  
Outcome and risk factors after anterior cruciate ligament reconstruction: a follow-up study of 948 patients.  
*Arthroscopy.* 2005 Aug;21(8):958-64
- 108. Lephart SM, Kocher MS, Harner CD, Fu FH**  
Quadriceps strength and functional capacity after anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon autograft versus allograft.  
*Am J Sports Med.* 1993 Sep-Oct;21(5):738-43
- 109. Levy AS, Meier SW**  
Approach to cartilage injury in the anterior cruciate ligament-deficient knee.  
*Orthop Clin North Am.* 2003 Jan;34(1):149-67
- 110. Lin CF, Wu JJ, Chen TS, Huang TF**  
Comparison of the Insall-Salvati ratio of the patella in patients with and without an ACL tear.  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005 Jan;13(1):8-11. Epub 2004 May 27
- 111. Lomas RJ, Jennings LM, Fisher J, Kearney JN**  
Effects of a peracetic acid disinfection protocol on the biocompatibility and biomechanical properties of human patellar tendon allografts.  
*Cell Tissue Bank.* 2004;5(3):149-60
- 112. Lutz B, Ratard R, Dodson D et al. (Centers for Disease Control and Prevention (CDC))**  
Septic arthritis following anterior cruciate ligament reconstruction using tendon allografts - Florida and Louisiana, 2000.  
*MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2001 Dec 7;50(48):1081-3

**113. Lysholm J, Gillquist J**

Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale.

*Am J Sports Med.* 1982 May-Jun;10(3):150-4

**114. Malinin TI, Levitt RL, Bashore C, Temple HT, Mnaymneh W**

A study of retrieved allografts used to replace anterior cruciate ligaments.

*Arthroscopy.* 2002 Feb;18(2):163-70

**115. Marumoto JM, Mitsunaga MM, Richardson AB, Medoff RJ, Mayfield GW**

Late patellar tendon ruptures after removal of the central third for anterior cruciate ligament reconstruction. A report of two cases.

*Am J Sports Med.* 1996 Sep-Oct;24(5):698-701

**116. Mastrokalos DS, Springer J, Siebold R, Paessler HH**

Donor site morbidity and return to the preinjury activity level after anterior cruciate ligament reconstruction using ipsilateral and contralateral patellar tendon autograft: a retrospective, nonrandomized study.

*Am J Sports Med.* 2005 Jan;33(1):85-93

**117. Mayr HO, Weig TG, Plitz W**

Arthrofibrosis following ACL reconstruction - reasons and outcome.

*Arch Orthop Trauma Surg.* 2004 Oct;124(8):518-22. Epub 2004 Aug 3

**118. McDaniel WJ Jr, Dameron TB Jr**

The untreated anterior cruciate ligament rupture.

*Clin Orthop Relat Res.* 1983 Jan-Feb;(172):158-63

**119. Miller SL, Gladstone JN**

Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction.

*Orthop Clin North Am.* 2002 Oct;33(4):675-83

- 120. Miyasaka KC, Daniel DM, Stone ML**  
The incidence of knee ligament injuries in the general population.  
*Am J Knee Surg.* 1991;4:43-48
- 121. Moore TM, Gendler E, Gendler E**  
Viruses adsorbed on musculoskeletal allografts are inactivated by terminal ethylene oxide disinfection.  
*J Orthop Res.* 2004 Nov;22(6):1358-61
- 122. Mroz TE, Lin EL, Summit MC, Bianchi JR, Keesling JE Jr, Roberts M, Vangsness CT Jr, Wang JC**  
Biomechanical analysis of allograft bone treated with a novel tissue sterilization process.  
*Spine J.* 2006 Jan-Feb;6(1):34-9
- 123. Muellner T, Kaltenbrunner W, Nikolic A, Mittlboeck M, Schabus R, Vecsei V**  
Anterior cruciate ligament reconstruction alters the patellar alignment.  
*Arthroscopy.* 1999 Mar;15(2):165-8
- 124. Muellner T, Reihnsner R, Mrkonjic L, Kaltenbrunner W, Kwasny O, Schabus R, Mittlboeck M, Vecsei V**  
Twisting of patellar tendon grafts does not reduce their mechanical properties.  
*J Biomech.* 1998 Apr;31(4):311-5
- 125. Müller W, Biedert R, Hefti F, Jakob RP, Munzinger U, Stäubli HU**  
OAK Knee evaluation. A new way to assess knee ligament injuries.  
*Clin Orthop Relat Res.* 1988 Jul;(232):37-50
- 126. Nin JR, Leyes M, Schweitzer D**  
Anterior cruciate ligament reconstruction with fresh-frozen patella tendon allografts: sixty cases with 2 years' minimum follow-up.  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996;4(3):137-42

**127. Noyes FR, Barber-Westin SD**

Revision anterior cruciate ligament surgery: experience from Cincinnati.

*Clin Orthop Relat Res.* 1996 Apr;(325):116-29

**128. Noyes FR, Barber-Westin SD**

Revision anterior cruciate surgery with use of bone-patellar tendon-bone autogenous grafts.

*J Bone Joint Surg Am.* 2001 Aug;83-A(8):1131-43

**129. Noyes FR, Barber-Westin SD, Roberts CS**

Use of allografts after failed treatment of rupture of the anterior cruciate ligament.

*J Bone Joint Surg Am.* 1994 Jul;76(7):1019-31

**130. Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF, Hefzy MS**

Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions.

*J Bone Joint Surg Am.* 1984 Mar;66(3):344-52

**131. Olson EJ, Harner CD, Fu FH, Silbey MB**

Clinical use of fresh, frozen soft tissue allografts.

*Orthopedics.* 1992 Oct;15(10):1225-32

**132. Paessler HH, Mastrokalos DS, Motsis EK, Mueller S**

Donor site morbidity after anterior cruciate ligament reconstruction with ipsilateral versus contralateral harvesting of bone-patellar-tendon graft.

*ACL Study Group Meeting, Big Sky, Montana (USA), March 2-8, 2002*

**133. Pässler JM, Schippinger G, Schweighofer F, Fellingner M, Seibert FJ**

Complications in 283 cruciate ligament replacement operations with free patellar tendon transplantation. Modification by surgical technique and surgery timing.

*Unfallchirurgie.* 1995 Oct;21(5):240-6

- 134. Papageorgiou CD, Kostopoulos VK, Moebius UG, Petropoulou KA, Georgoulis AD, Soucacos PN**  
Patellar fractures associated with medial-third bone-patellar tendon-bone autograft ACL reconstruction.  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001 May;9(3):151-4
- 135. Paulos LE, Rosenberg TD, Grewe SR, Tearse DS, Beck CL**  
The GORE-TEX anterior cruciate ligament prosthesis. A long-term followup.  
*Am J Sports Med.* 1992 May-Jun;20(3):246-52
- 136. Peterson RK, Shelton WR, Bomboy AL**  
Allograft versus Autograft patella tendon anterior cruciate ligament reconstruction: A 5-year follow up.  
*Arthroscopy.* 2001 Jan;17(1):9-13
- 137. Peyrache MD, Djian P, Christel P, Witvoet J**  
Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone-patellar tendon-bone graft.  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996;4(1):2-8
- 138. Poehling GG, Curl WW, Lee CA, Ginn TA, Rushing JT, Naughton MJ, Holden MB, Martin DF, Smith BP**  
Analysis of outcomes of anterior cruciate ligament repair with 5-year follow-up: allograft versus autograft.  
*Arthroscopy.* 2005 Jul;21(7):774-85
- 139. Proctor CS, Jackson DW, Simon TM**  
Characterization of the repair tissue after removal of the central one-third of the patellar ligament. An experimental study in a goat model.  
*J Bone Joint Surg Am.* 1997 Jul;79(7):997-1006



**140. Roberts TS, Drez D Jr, McCarthy W, Paine R**

Anterior cruciate ligament reconstruction using freeze-dried, ethylene oxide-sterilized, bone-patellar tendon-bone allografts. Two year results in thirty-six patients.

*Am J Sports Med.* 1991 Jan-Feb;19(1):35-41

**141. Robson AW**

Ruptured crucial ligaments and their repair by operation.

*Ann Surg.* 1903;37:716-8

**142. Rodeo SA, Arnoczky SP, Torzilli PA, Hidaka C, Warren RF**

Tendon-healing in a bone tunnel. A biomechanical and histological study in the dog.

*J Bone Joint Surg Am.* 1993 Dec;75(12):1795-803

**143. Roos H, Adalberth T, Dahlberg L, Lohmander LS**

Osteoarthritis of the knee after injury to the anterior cruciate ligament or meniscus: the influence of time and age.

*Osteoarthritis Cartilage.* 1995 Dec;3(4):261-7

**144. Rosenberg TD, Franklin JL, Baldwin GN, Nelson KA**

Extensor mechanism function after patellar tendon graft harvest for anterior cruciate ligament reconstruction.

*Am J Sports Med.* 1992 Sep-Oct;20(5):519-25; discussion 525-6

**145. Rupp S, Kaltenkirchen N, Hopf T**

Arthrofibrosis after replacement-plasty of the anterior cruciate ligament - incidence, causes, therapy.

*Aktuelle Traumatol.* 1994 Nov;24(7):274-8

**146. Rupp S, Kohn D**

Vorderes Kreuzband im Mittelpunkt des Interesses.

*Orthopäde.* 2002; 31(8):701

- 147. Sachs RA, Daniel DM, Stone ML, Garfein RF**  
Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction.  
*Am J Sports Med.* 1989 Nov-Dec;17(6):760-5
- 148. Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K**  
Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament reconstruction.  
*Arthroscopy.* 2005 Aug;21(8):948-57
- 149. Savalli L, Hernandez-Sendin MI, Puig PL, Trouve P**  
Pain after anterior cruciate ligament reconstruction: detail and treatment.  
*Ann Readapt Med Phys.* 2004 Aug;47(6):299-308
- 150. Schatzmann L, Brunner P, Stäubli HU**  
Effect of cyclic preconditioning on the tensile properties of human quadriceps tendons and patellar ligaments.  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6 Suppl 1:S56-61
- 151. Scheffler SU, Scherler J, Pruss A, von Versen R, Weiler A**  
Biomechanical comparison of human bone-patellar tendon-bone grafts after sterilization with peracetic acid ethanol.  
*Cell Tissue Bank.* 2005;6(2):109-15
- 152. Scherer MA, Fruh HJ, Ascherl R, Siebels W**  
Biomechanical studies of change in the patellar tendon after transplant removal.  
*Aktuelle Traumatol.* 1993 May;23(3):129-32
- 153. Schockenhoff B**  
Spezielle Schmerztherapie.  
*Urban & Fischer, München, 1999, 1. A., S.69*

**154. Seitz H, Chrysopoulos A, Egkher E, Mousavi M**

Long-term results of replacement of the anterior cruciate ligament in comparison with conservative therapy.

*Chirurg. 1994 Nov;65(11):992-8*

**155. Shelbourne KD, Gray T**

Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. A two- to nine-year followup.

*Am J Sports Med. 1997 Nov-Dec;25(6):786-95*

**156. Shelbourne KD, Urch SE**

Primary anterior cruciate ligament reconstruction using the contralateral autogenous patellar tendon.

*Am J Sports Med. 2000 Sep-Oct;28(5):651-8*

**157. Shelton WR, Papendick L, Dukes AD**

Autograft versus Allograft anterior cruciate ligament reconstruction.

*Arthroscopy. 1997 Aug;13(4):446-9*

**158. Shino K, Horibe S**

Experimental ligament reconstruction by allogeneic tendon graft in a canine model.

*Acta Orthop Belg. 1991;57 Suppl 2:44-53*

**159. Shino K, Kawasaki T, Hirose H, Gotoh I, Inoue M, Ono K**

Replacement of the anterior cruciate ligament by an allogeneic tendon graft. An experimental study in the dog.

*J Bone Joint Surg Br. 1984 Nov; 66(5):672-81*

**160. Siebold R, Buelow JU, Boes L, Ellermann A**

Primary and revision reconstruction of the anterior cruciate ligament with allografts. A retrospective study including 325 patients.

*Zentralbl Chir. 2002 Oct;127(10):850-4*

- 161. Silvaggio VJ, Fu FH, Georgescu HI, Evans CH**  
The induction of IL-1 by freeze-dried ethylene oxide-treated bone-patellar tendon-bone allograft wear particles: an in vitro study.  
*Arthroscopy.* 1993;9(1):82-6
- 162. Simonds RJ, Holmberg SD, Hurwitz RL, Coleman TR, Bottenfield S, Conley LJ, Kohlenberg SH, Castro KG, Dahan BA, Schable CA et al.**  
Transmission of human immunodeficiency virus type 1 from a seronegative organ and tissue donor.  
*N Engl J Med.* 1992 Mar 12;326(11):726-32
- 163. Smith RA, Ingels J, Lochemes JJ, Dutkowsky JP, Pifer LL**  
Gamma irradiation of HIV-1.  
*J Orthop Res.* 2001 Sep;19(5):815-9
- 164. Stäubli HU, Schatzmann L, Brunner P, Rincon L, Nolte LP**  
Quadriceps tendon and patellar ligament: cryosectional anatomy and structural properties in young adults.  
*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996;4(2):100-10
- 165. Stein DA, Hunt SA, Rosen JE, Sherman OH**  
The incidence and outcome of patella fractures after anterior cruciate ligament reconstruction.  
*Arthroscopy.* 2002 Jul-Aug;18(6):578-83
- 166. Strand T, Molster A, Hordvik M, Krukhaug Y**  
Long-term follow-up after primary repair of the anterior cruciate ligament: clinical and radiological evaluation 15-23 years postoperatively.  
*Arch Orthop Trauma Surg.* 2005 May;125(4):217-21. Epub 2004 Nov 26
- 167. Strickland SM, MacGillivray JD, Warren RF**  
Anterior cruciate ligament reconstruction with allograft tendons.  
*Orthop Clin North Am.* 2003 Jan;34(1):41-7

- 168. Stringham DR, Pelmas CJ, Burks RT, Newman AP, Marcus RL**  
Comparison of anterior cruciate ligament reconstructions using patellar tendon autograft or allograft.  
*Arthroscopy.* 1996 Aug;12(4):414-21
- 169. Taggart TF, Kumar A, Bickerstaff DR**  
Revision anterior cruciate ligament reconstruction: a midterm patient assessment.  
*Knee.* 2004 Feb;11(1):29-36
- 170. Tegner Y, Lysholm J**  
Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries.  
*Clin Orthop Relat Res.* 1985 Sep;(198):43-9
- 171. Torg JS, Conrad W, Kalen V**  
Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete.  
*Am J Sports Med.* 1976 Mar-Apr;4(2):84-93
- 172. Tria AJ Jr, Alicea JA, Cody RP**  
Patella baja in anterior cruciate ligament reconstruction of the knee.  
*Clin Orthop Relat Res.* 1994 Feb;(299):229-34
- 173. Uribe JW, Hechtman KS, Zvijac JE, Tjin-A-Tsoi EW**  
Revision anterior cruciate ligament surgery: experience from Miami.  
*Clin Orthop Relat Res.* 1996 Apr;(325):91-9
- 174. Vangsness CT Jr**  
Soft-tissue allograft processing controversies.  
*J Knee Surg.* 2006 Jul;19(3):215-9
- 175. Victor J, Bellemans J, Witvrouw E, Govaers K, Fabry G**  
Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction - prospective analysis of patella tendon autografts compared with allografts.  
*Int Orthop.* 1997;21(2):93-7

**176. Vorlat P, Verdonk R, Arnauw G**

Long term results of tendon allografts for anterior cruciate ligament replacement in revision surgery and in cases of combined complex injuries.

*Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7(5):318-22

**177. Wang CJ, Huang TW, Jih S**

Radiographic assessment of the knee after patellar tendon reconstruction for chronic anterior cruciate ligament deficiency.

*Chang Gung Med J.* 2004 Feb;27(2):85-90

**178. Weitzel PP, Richmond JC, Altman GH, Calabro T, Kaplan DL**

Future direction of the treatment of ACL ruptures.

*Orthop Clin North Am.* 2002 Oct;33(4):653-61

**179. West RV, Harner CD**

Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction.

*J Am Acad Orthop Surg.* 2005 May-Jun;13(3):197-207

**180. Wetzler MJ, Bartolozzi AR, Gillespie MJ, Rubenstein DL, Ciccotti MG, Miller LS**

Revision anterior cruciate ligament reconstruction.

*Oper Tech Orthop.* 1996;6:181-189

**181. Wiger P, Brandsson S, Kartus J, Eriksson BI, Karlsson J**

A comparison of results after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction in female and male competitive athletes. A two- to five-year follow-up of 429 patients.

*Scand J Med Sci Sports.* 1999 Oct;9(5):290-5

**182. Wilson TC, Kantaras A, Atay A, Johnson DL**

Tunnel enlargement after anterior cruciate ligament surgery.

*Am J Sports Med.* 2004 Mar;32(2):543-9

**183. Wilson TW, Zafuta MP, Zobitz M**

A biomechanical analysis of matched bone-patellar tendon-bone and double-looped semitendinosus and gracilis tendon grafts.

*Am J Sports Med.* 1999 Mar-Apr;27(2):202-7

**184. Wittenberg RH, Oxford HU, Plafki C**

A comparison of conservative and delayed surgical treatment of anterior cruciate ligament ruptures. A matched pair analysis.

*Int Orthop.* 1998;22(3):145-8

**185. Woo SL, Hollis JM, Adams DJ, Lyon RM, Takai S**

Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex. The effects of specimen age and orientation.

*Am J Sports Med.* 1991 May-Jun;19(3):217-25

**186. Woods GW, Fincher AL, O'Connor DP, Bacon SA**

Revision anterior cruciate ligament reconstruction using the lateral third of the ipsilateral patellar tendon after failure of a central-third graft: a preliminary report on 10 patients.

*Am J Knee Surg.* 2001 Winter;14(1):23-31

**187. Wroble RR, Van Ginkel LA, Grood ES, Noyes FR, Shaffer BL**

Repeatability of the KT-1000 arthrometer in a normal population.

*Am J Sports Med.* 1990 Jul-Aug;18(4):396-9

**188. Yasuda K, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda K**

Muscle weakness after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar and quadriceps tendons.

*Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst.* 1991 Fall;51(2):175-85

**189. Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda K**

Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons.

*Am J Sports Med.* 1995 Nov-Dec;23(6):706-14

**190. Zijl JA, Kleipool AE, Willems WJ**

Comparison of tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using patella tendon autograft or allograft.

*Am J Sports Med.* 2000 Jul-Aug;28(4):547-51

**191. Zysk SP, Refior HJ**

Operative or conservative treatment of the acutely torn anterior cruciate ligament in middle-aged patients. A follow-up study of 133 patients between the ages of 40 and 59 years.

*Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120(1-2):59-64



## 9. Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name Mathias Schettle  
Geburtsdatum und -ort 14.07.1976 in Weinheim

### Schulausbildung

---

Sep. 1987 - Jul. 1996 Chiemgau Gymnasium Traunstein  
Juli 1996 Abitur am Chiemgau Gymnasium Traunstein

### Hochschulausbildung

---

Nov. 1998 - Aug. 2000 Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Aug. 2000 Physikum  
Okt. 2000 - Mai 2005 Studium der Humanmedizin an der Technischen Universität München  
März 2002 1. Staatsexamen  
März 2004 2. Staatsexamen  
Apr. 2004 - Mär. 2005 Praktisches Jahr  
Innere Medizin: Technische Universität München, Deutsches Herzzentrum, Kardiologie, Prof. Schömig  
Università degli Studi di Milano, Ospedale Maggiore, Gastroenterologie, Prof. Conte  
Orthopädie: Università degli Studi di Milano, Istituto Ortopedico Gaetano Pini, Prof. Peretti  
University of Sydney, Mona Vale Hospital, Dr. Cunningham  
Chirurgie: Università degli Studi di Milano, Ospedale Maggiore, Allgemeinchirurgie, Prof. Roviato  
April 2005 3. Staatsexamen  
Mai 2005 Erteilung der Approbation

### Berufliche Tätigkeit

---

Seit Feb. 2007 Assistenzarzt Chirurgie, Spital Zimmerberg, Horgen, Schweiz

## **10. Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Herrn Priv. Doz. Dr. med. Hermann Mayr, für die Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten, die hervorragende fachliche Betreuung, sowie für die vielfältigen, immer verständnisvollen und geduldigen Hilfestellungen.

Ganz herzlich möchte ich mich auch bei Herrn Prof. Dr. med. habil. Dr. Ing. Wolfgang Plitz für die Überlassung des Themas, sowie die stets vorbildliche Betreuung bedanken.

Meiner Familie, meinen Eltern, meinem Bruder, sowie meinen Großeltern danke ich für die vielseitige Unterstützung, den Zuspruch und die Geduld, die mich während der Entstehungsphase dieser Arbeit stets begleitet haben.

Dem Praxisteam des OCM München möchte ich für die hilfreiche, freundliche und angenehme Zusammenarbeit während der klinischen Nachuntersuchungen herzlich danken.

Besonders gedankt sei auch allen Patienten, ohne deren Teilnahme diese Studie nicht zustande gekommen wäre.

## **11. Anhang**

11.1 IKDC 2000 Score

11.2 Tegner Activity Score

11.3 Lysholm Score

11.4 Eigener Patientenfragebogen

11.5 Untersuchungsprotokoll Knie

11.6 Radiologisches Untersuchungsprotokoll

11.7 OCM Nachbehandlungsschema

## **11.1 IKDC 2000 Score**

**2000**

**FORMBLÄTTER DES**

**INTERNATIONAL KNEE DOCUMENTATION COMMITTEE**

**IKDC**

**(INTERNATIONALER AUSSCHUSS ZUR DOKUMENTATION VON  
KNIEVERLETZUNGEN)**

## **EINFÜHRUNG**

Die Formulare, aus denen sich das gesamte IKDC-Formblatt zusammensetzt - das MODEMS™-kompatible demographische Formblatt, das Formblatt zur Beurteilung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes, das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies, das Formblatt zur Anamnese des Knies, das chirurgische Dokumentationsblatt und das Formblatt zur Untersuchung des Knies – können einzeln verwendet werden. Forscher, die MODEMS-kompatibel bleiben und Benchmarking-Daten verwenden möchten, müssen das demographische Formblatt und das Formblatt zur Beurteilung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes ausfüllen. Das Formblatt zur Anamnese des Knies und das chirurgische Dokumentationsblatt werden aus Zweckmäßigkeitsgründen zur Verfügung gestellt. Alle Forscher müssen das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies und das Formblatt zur Untersuchung des Knies ausfüllen. Anleitungen zur Auswertung des Formblatts zur subjektiven Beurteilung des Knies und des Formblatts zur Untersuchung des Knies finden Sie auf der Rückseite der Formblätter.

## **INHALTSVERZEICHNIS**

1. Demographisches Formblatt
2. Formblatt zur Beurteilung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes
3. Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies
4. Formblatt zur Anamnese des Knies
5. Chirurgisches Dokumentationsblatt
6. Formblatt zur Untersuchung des Knies

2000

# DEMOGRAPHISCHES FORMBLATT

Nachname \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Personalausweis- oder Reisepaßnr. \_\_\_\_\_

Geschlecht: ☐ Männlich ☐ Weiblich

Beruf \_\_\_\_\_

Heutiges Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Nachstehend finden Sie eine Liste häufig vorkommender Gesundheitsbeschwerden. Bitte kreuzen Sie in der ersten Spalte „Ja“ oder „Nein“ an, und gehen Sie dann zum nächsten Punkt weiter. Wenn Sie an den genannten Beschwerden oder Krankheiten leiden, geben Sie bitte in der zweiten Spalte an, ob Sie dafür Medikamente erhalten oder anderweitig behandelt werden. In der letzten Spalte geben Sie bitte an, ob Ihre Aktivitäten durch diese Beschwerden oder Krankheiten eingeschränkt werden.

	Haben Sie diese Beschwerden?		Sind Sie deswegen in Behandlung?		Sind Ihre Aktivitäten dadurch eingeschränkt?	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Herzkrankheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hoher Blutdruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Asthma oder Lungenkrankheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diabetes (Zuckerkrankheit)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geschwür oder Erkrankungen des Magens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Darmerkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nierenerkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lebererkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anämie (Blutarmut) oder andere Blutkrankheiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Übergewicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Krebs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Depression	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gelenkentzündung, degenerative Arthritis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rheumatoide Arthritis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rückenschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Lyme-Borreliose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere Gesundheitsbeschwerden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alkoholismus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1. Rauchen Sie Zigaretten?

- ☐ Ja
- ☐ Nein, ich habe das Rauchen in den letzten sechs Monaten aufgegeben.
- ☐ Nein, ich habedas Rauchen vor mehr als sechs Monaten aufgegeben
- ☐ Nein, ich habe nie geraucht.

2. Ihre Größe: \_\_\_\_\_ cm      \_\_\_\_\_ Zoll

3. Ihr Gewicht: \_\_\_\_\_ kg      \_\_\_\_\_ lbs.

4. Ihre rassische Zugehörigkeit: (bitte alles Zutreffende ankreuzen)

- ☐ Weiß      ☐ Schwarz oder Afroamerikanisch      ☐ Hispanisch
- ☐ Asiatisch oder Pazifische Inseln ☐ Nordamerika-Indianer      ☐ Sonstiges

5. Welchen Schulabschluß haben Sie?

- ☐ Hauptschule      ☐ Realschule      ☐ Mittlere Reife      ☐ Abitur
- ☐ Fachausbildung      ☐ Universität      ☐ Postgraduiertenstudium-Studiengang

6. Wie intensiv ist Ihre sportliche Betätigung?

- ☐ Ich bin ambitionierte/r Sportler/in.
- ☐ Ich bin gut durchtrainiert und treibe häufig Sport.
- ☐ Ich treibe ab und zu Sport.
- ☐ Ich treibe nie Sport.

**FORMBLATT ZUR BEURTEILUNG DES GEGENWÄRTIGEN GESUNDHEITZUSTANDES\***  
(SF36)

Nachname \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Heutiges Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

1. Wie würden Sie Ihren allgemeinen Gesundheitszustand beurteilen:  
☐ hervorragend      ☐ sehr gut      ☐ gut      ☐ mäßig      ☐ schlecht
2. Wie würden Sie Ihren derzeitigen Allgemeinzustand im Vergleich zu Ihrem Zustand vor einem Jahr beurteilen?  
☐ viel besser als vor einem Jahr      ☐ etwas besser als vor einem Jahr  
☐ etwa genauso wie vor einem Jahr      ☐ etwas schlechter als vor einem Jahr  
☐ viel schlechter als vor einem Jahr

3. Es folgt eine Liste von Aktivitäten, die an einem typischen Tag anfallen können. Werden Sie bei diesen Aktivitäten durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand eingeschränkt? Wenn ja, in welchem Umfang?

	Ja, sehr eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
a. Anstrengende Aktivitäten wie Laufen, schwere Gegenstände heben, an anstrengenden Sportarten teilnehmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Mäßig anstrengende Aktivitäten wie z.B. einen Tisch umstellen, staubsaugen, Kegeln oder Golf spielen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Lebensmittel hochheben oder tragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Mehrere Treppen hochsteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Eine Treppe hochsteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Sich bücken, knien oder in die Hocke gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Mehr als 1,5 km gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Mehrere Straßenblöcke gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Einen Straßenblock gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Sich baden oder anziehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Verfassung Schwierigkeiten bei Ihrer Arbeit oder bei anderen normalen täglichen Aktivitäten? Bitte Zutreffendes ankreuzen.

	JA	NEIN
a. Ich mußte die für meine Arbeit oder andere Aktivitäten die vorgesehene Zeit reduzieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Ich konnte nicht soviel leisten, wie ich wollte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Ich war in meiner Arbeit oder in anderen Aktivitäten eingeschränkt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Ich hatte Schwierigkeiten, meine Arbeit oder andere Aktivitäten auszuführen. (Ich mußte mich z.B. besonders anstrengen.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme Schwierigkeiten bei Ihrer Arbeit oder bei anderen normalen täglichen Aktivitäten? Sie waren z. B. deprimiert oder unruhig. Bitte Zutreffendes ankreuzen.

	JA	NEIN
a. Ich mußte die für meine Arbeit oder andere Aktivitäten vorgesehene Zeit reduzieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Ich konnte nicht soviel leisten, wie ich wollte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Ich habe meine Arbeit oder anderen Aktivitäten nicht so sorgfältig wie gewöhnlich ausgeführt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Inwieweit haben Ihre körperliche Verfassung oder seelischen Probleme Ihre normalen gesellschaftlichen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen in den vergangenen 4 Wochen beeinträchtigt?

☐ überhaupt nicht      ☐ etwas      ☐ mäßig stark      ☐ ziemlich stark      ☐ extrem stark

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen vier Wochen?

☐ keine Schmerzen      ☐ sehr gering      ☐ gering      ☐ mäßig stark      ☐ stark      ☐ sehr stark

8. Inwieweit wurde Ihre normale Arbeit (Arbeit außerhalb des Hauses und Hausarbeit) in den vergangenen 4 Wochen durch Ihre Schmerzen beeinträchtigt?

☐ überhaupt nicht      ☐ etwas      ☐ mäßig stark      ☐ ziemlich stark      ☐ extrem stark

9. Die folgenden Fragen betreffen Ihren Gemüts- und Allgemeinzustand in den vergangenen 4 Wochen. Kreuzen Sie bitte für jede Frage die Antwort an, die Ihre Situation am besten beschreibt. Wie oft hatten Sie dieses Gefühl in den vergangenen 4 Wochen?

	immer	fast immer	ziemlich oft	manchmal	gelegentlich	nie
a. Waren Sie durchweg voll Energie und Schwung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Waren Sie sehr nervös?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Waren Sie ruhig und gelassen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Hatten Sie viel Energie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Fühlten Sie sich niedergeschlagen und traurig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Fühlten Sie sich erschöpft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Waren Sie glücklich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Fühlten Sie sich müde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Wie häufig wurden Ihre gesellschaftlichen Aktivitäten (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) in den vergangenen 4 Wochen durch Ihre körperliche Verfassung oder seelischen Probleme beeinträchtigt?

☐ immer      ☐ fast immer      ☐ ziemlich häufig      ☐ manchmal      ☐ selten      ☐ nie

11. Inwieweit sind die folgenden Aussagen in Bezug auf Ihre Person RICHTIG oder FALSCH?

	unbedingt richtig	überwiegend richtig	ich weiß nicht	überwiegend falsch	unbedingt falsch
a. Ich glaube, ich bin etwas krank- heitsanfälliger als andere Leute	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Ich bin so gesund wie jeder andere.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Ich erwarte, daß sich mein Gesundheitszustand verschlechtert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Mein Gesundheitszustand ist ausgezeichnet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\* Dieses Formblatt enthält Fragen aus dem SF-36 Health Survey (SF-36 Fragebogen zur Gesundheit).  
Wiedergabe mit freundlicher Genehmigung des Medical Outcomes Trust, Copyright © 1992.

# FORMBLATT ZUR SUBJEKTIVEN BEURTEILUNG DES KNIES

Name \_\_\_\_\_

Heutiges Datum: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ Datum der Verletzung \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr Tag Monat Jahr

## SYMPTOME\*:

\* Wählen Sie zur Beurteilung der Symptome die höchste Aktivitätsstufe, die Sie Ihrer Meinung nach ohne erhebliche Symptome ausüben könnten, selbst wenn Sie auf dieser Stufe keine Aktivitäten ausüben.

1. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche Schmerzen im Knie ausüben können?

- ☐ Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- ☐ Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- ☐ Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- ☐ Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- ☐ Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

2. Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung Schmerzen? Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (Nie) und geht mit zunehmender Häufigkeit der Schmerzen bis zu 10 (ständig Schmerzen).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ständig Schmerzen

3. Wie stark sind Ihre Schmerzen?

Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (keine Schmerzen) und geht mit zunehmender Stärke der Schmerzen bis zu 10 (unerträgliche Schmerzen).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Keine Schmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	unerträgliche Schmerzen

4. Wie steif oder geschwollen war Ihr Knie während der vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung?

- ☐ überhaupt nicht
- ☐ etwas
- ☐ ziemlich
- ☐ sehr
- ☐ extrem

5. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliches Anschwellen des Knies ausüben können?

- ☐ Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- ☐ Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- ☐ Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- ☐ Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- ☐ Ich kann aufgrund eines geschwollenen Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

6. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung ein gesperrtes Knie oder ist Ihr Knie aus- und wieder eingeschnappt?

☐ Ja ☐ Nein

7. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche durch Knieschwäche verursachte Gangunsicherheit einhalten können?

- ☐ Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)  
☐ Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis  
☐ Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen  
☐ Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit  
☐ Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

### SPORTLICHE BETÄTIGUNG:

8. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie regelmäßig teilnehmen können?

- ☐ Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)  
☐ Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis  
☐ Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen  
☐ Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit  
☐ Ich kann aufgrund meines Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

9. Wie schwierig sind aufgrund Ihres Knies die folgenden Aktivitäten für Sie?

	unmöglich	überhaupt nicht schwierig	minimal schwierig	ziemlich schwierig	extrem schwierig
a. Treppensteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Treppe hinuntergehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Auf dem vorderen Knie knien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Hockstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Normal sitzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Vom Stuhl aufstehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Geradeaus laufen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Hochspringen und auf dem betroffenen Bein landen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Beim Gehen (bzw. Laufen, wenn Sie Sportler/in sind) schnell anhalten und starten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### FUNKTION:

10. Wie würden Sie die Funktionsfähigkeit Ihres Knies auf einer Skala von 0 bis 10 beurteilen, wobei 10 eine normale und ausgezeichnete Funktionsfähigkeit bezeichnet und 0 die Unfähigkeit, irgendeine Ihrer normalen täglichen Aktivitäten, darunter möglicherweise auch Sport, auszuführen?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FUNKTIONSFÄHIGKEIT VOR DER KNIEVERLETZUNG:

Kann keine täglichen  
Aktivitäten  
ausführen

0  
☐

1  
☐

2  
☐

3  
☐

4  
☐

5  
☐

6  
☐

7  
☐

8  
☐

Keine  
Einschränkung  
der täglichen Aktivitäten

9  
☐

10  
☐

DERZEITIGE FUNKTIONSFÄHIGKEIT IHRES KNIES:

Kann keine täglichen  
Aktivitäten  
ausführen

0  
☐

1  
☐

2  
☐

3  
☐

4  
☐

5  
☐

6  
☐

7  
☐

8  
☐

Keine  
Einschränkung  
der täglichen Aktivitäten

9  
☐

10  
☐

## Anleitungen zur Berechnung des Ergebnisses für das 2000 Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies

Eine Reihe von Methoden zur Auswertung des Formblatts zur subjektiven Beurteilung des Knies wurden untersucht. Die Untersuchungen ergaben, daß eine Summierung der Einzelergebnisse ebenso gute Resultate liefert wie kompliziertere Auswertungsmethoden.

Die Antworten auf die einzelnen Fragen erhalten einen Zahlenwert, wobei 1 die niedrigste Funktionsstufe oder höchste Symptomstufe darstellt. Unter Frage 1 (höchste Aktivitätsstufe ohne erhebliche Schmerzen) erhält beispielsweise die Antwort „Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen“ einen Punkt und die Antwort „Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)“ 5 Punkte. Unter Frage 2 (Häufigkeit der Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen) erhält die Antwort „ständig Schmerzen“ einen Punkt und „Nie“ 11 Punkte.

Zur Ermittlung des Gesamtergebnisses für das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies werden die Ergebnisse für die Einzelpunkte addiert und dann zu einer Skala mit dem Bereich 0 bis 100 transformiert.

**Hinweis:** Die Antwort auf Punkt 10 „Funktionsfähigkeit vor der Knieverletzung“ wird nicht in die Gesamtpunktzahl einbezogen. Zur Berechnung des Gesamtergebnisses für das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies gehen Sie wie folgt vor:

1. Ordnen Sie der Antwort des Patienten auf jede Frage eine Punktzahl zu, wobei die niedrigste Punktzahl die niedrigste Funktionsstufe bzw. höchste Symptomstufe darstellt.
2. Berechnen Sie das Rohergebnis, indem Sie die Punkte für alle Fragen addieren (mit Ausnahme der Antwort auf Punkt 10 „Funktionsfähigkeit vor der Knieverletzung“)
3. Wandeln Sie das Rohergebnis wie folgt in eine Skala von 0 bis 100 um:

$$\text{IKDC-Ergebnis} = \frac{\text{Rohergebnis} - \text{Niedrigstmögliche Punktzahl}}{\text{Punktzahlbereich}} \times 100$$

wobei die niedrigstmögliche Punktzahl 18 und der Bereich möglicher Punktzahlen 87 ist. Wenn beispielsweise die für die 18 Fragen berechnete Punktzahl 60 beträgt, wird das IKDC-Ergebnis wie folgt berechnet:

$$\text{IKDC-Ergebnis} = \frac{60 - 18}{87} \times 100$$

$$\text{IKDC-Ergebnis} = 48,3$$

Dieses umgewandelte Ergebnis wird als Maßstab für die Funktionsfähigkeit verwendet, wobei höhere Punktzahlen eine höhere Funktionsfähigkeit und geringere Symptome repräsentieren. Ein Ergebnis von 100 bedeutet, daß die täglichen oder sportlichen Aktivitäten keinen Beschränkungen unterliegen und daß keine Symptome vorliegen.

Das IKDC-Ergebnis kann auch berechnet werden, wenn Daten fehlen, solange mindestens Antworten zu 90 % der Fragen vorliegen (d.h. es wurden mindestens 16 Fragen beantwortet). Zur Berechnung des Ergebnisses bei fehlenden Daten verwenden Sie anstelle des fehlenden Einzelergebnisses (bzw. der fehlenden Einzelergebnisse) das Durchschnittsergebnis für die beantworteten Fragen. Nach Berechnung des Rohergebnisses wird es wie oben beschrieben zu dem IKDC-Ergebnis transformiert.

2000

## FORMBLATT ZUR ANAMNESE DES KNIES

Nachname des Patienten \_\_\_\_\_

Geburtsdatum \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Datum der Verletzung: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Datum der ersten Untersuchung: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr Tag Monat Jahr

Heutiges Datum \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Betroffenes Knie: ☐ rechts ☐ links

Kontralateral: ☐ normal ☐ nahezu normal ☐ abnormal ☐ stark abnormal

Beginn der Beschwerden: (Datum) \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Hauptbeschwerde: \_\_\_\_\_

Aktivität, bei der die Verletzung auftrat: ☐ Aktivität des tägl. Lebens ☐ Sport  
☐ Verkehrsunfall ☐ Arbeit

Verletzungsmechanismus:

☐ allmähliches Eintreten ohne Trauma ☐ Beginn mit Trauma ohne Kontakt  
☐ plötzlicher Beginn ohne Trauma ☐ Beginn mit Trauma und Kontakt

### Frühere Operationen:

Operationsart: (Bitte alle zutreffenden Operationen ankreuzen)

#### *Meniskusoperation*

☐ Mediale Meniskektomie ☐ Laterale Meniskektomie  
☐ Mediale Meniskusrefixation ☐ Laterale Meniskusrefixation  
☐ Mediale Meniskustransplantation ☐ Laterale Meniskustransplantation

Bänderoperation:

☐ Naht des vorderen Kreuzbandes (VKB) ☐ Ersatzplastik des VKB  
☐ Extraartikuläre Rekonstruktion (VKB)  
☐ Naht des hinteren Kreuzbandes (HKB) ☐ Intraartikuläre Ersatzplastik des HKB  
☐ Rekonstruktion der posterolateralen Gelenkecke  
☐ Naht/Rekonstruktion des Lig. collaterale mediale  
☐ Naht/Rekonstruktion des Lig. collaterale laterale

Transplantattyp:

Lig. patellae ☐ ipsilateral ☐ kontralateral  
☐ Einzel-Hamstring Transplantat  
☐ Hamstring Transplantat (Doppelbündel)  
☐ Hamstring Transplantat (Vierfachbündel)  
☐ Quadrizepssehnen-Transplantat  
☐ Allotransplantat  
☐ Sonstiges

### Operationen am Streckapparat:

- ☐ Naht des Lig. Patellae ☐ Naht der Quadizepssehne

### Operationen bei femoropatellarer Instabilität

- ☐ Eingriffe am Streckapparat
- ☐ Weichteileingriff
    - ☐ mediale Doppelung/Raffung ☐ Lateral Release
  - ☐ Eingriffe am Knochen

#### Versetzung der Tuberositas tibiae nach

- ☐ proximal ☐ distal ☐ medial ☐ lateral ☐ anterior

- ☐ Trochleaplastik
- ☐ Patellektomie

### Operationen bei Arthrose

- ☐ Osteotomie
- ☐ Operation am Gelenkknorpel ☐ Glätten ☐ Abrasion ☐ Anbohren
- ☐ Mikrofrakturierung
- ☐ Zellentherapie ☐ Autologer osteochondraler Transfer/Mosaikplastik ☐ Sonstiges

Gesamtzahl bisheriger Operationen \_\_\_\_\_

### Bildgebende Untersuchungen:

- ☐ MRT ☐ CT ☐ Arthrogramm
- ☐ Knochenszintigraphie

Befunde:

Ligamente \_\_\_\_\_

Menisci \_\_\_\_\_

Gelenkknorpel \_\_\_\_\_

Knochen \_\_\_\_\_



2000

## CHIRURGISCHES DOKUMENTATIONSBLATT

Name des Patienten: \_\_\_\_\_

Datum des zu beurteilenden Eingriffs: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Postoperative Diagnose:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Status nach dem Eingriff:

STATUS DES GELENKKNORPELS:

**Größe und Position der Gelenkknorpeldefekte in den folgenden Abbildungen dokumentieren**

//Abbildung//

1/Trochlea

2/anterior

3/Mitte

4/posterior

5/R

6/L

7/proximal

8/Mitte

9/distal

10/lateral

11/zentral

12/medial

13/lateral

14/zentral

15/medial

16/lat. zentr. med.

17/lat. zentr. med.

18/lat. zentr. med.

19/lat. zent. med.

20/medial

21/zentral

22/lateral

23/Trochlea

24/Condylus

25/anterior

26/zentral

27/posterior

28/posterior

29/zentral

30/anterior  
31/med. zentr. lat.  
32/med. zentr. lat.  
33/med. zentr. lat.  
34/med. zentr. lat.

//Measurement of the defect size//: Messung der Defektgröße

**Größe, Position und Grad der Knorpelläsionen dokumentieren:**

<b>Femur</b>	erste Läsion	zweite Läsion	
seitlich	rechts	links	
Condylus	medial	lateral	
Sagittalebene	Trochlea	anterior	
	Mitte	posterior	
Frontalebene	lateral	zentral	medial
Knorpelläsion (Grad)			
Defektgröße vor Debridement		mm	
Defektgröße nach Debridement		mm	

**Tibia**

seitlich	rechts	links	
Plateau	medial	lateral	
Sagittalebene	anterior	Mitte	posterior
Frontalebene	lateral	zentral	medial
Knorpelläsion (Grad)			
Defektgröße vor Debridement		mm	
Defektgröße nach Debridement		mm	

**Patella**

seitlich	rechts	links	
Sagittalebene	distal	Mitte	proximal
Frontalebene	lateral	zentral	medial
Knorpelläsion (Grad)			
Defektgröße vor Debridement		mm	
Defektgröße nach Debridement		mm	

**Diagnose:** ☐ Knorpelläsion durch Trauma ☐ Osteochondritis dissecans  
☐ Osteoarthritis ☐ Avaskuläre Nekrose ☐ Sonstiges

**Biopsie/Osteochondrale Zylinderprobe:**

Position: \_\_\_\_\_ Anzahl Zylinderproben: \_\_\_\_\_  
Zylinderdurchmesser: \_\_\_\_\_ mm

**Behandlung:**

<input type="checkbox"/> Glätten	<input type="checkbox"/> Abrasion
<input type="checkbox"/> Anbohren	<input type="checkbox"/> Mikrofrakturierung
<input type="checkbox"/> Autologer osteochondraler Transfer/Mosaikplastik	
<input type="checkbox"/> Zellentherapie	<input type="checkbox"/> Sonstiges

**Anmerkungen:**

**ICRS-Grad 0 - normal**

**ICRS-Grad 1 - nahezu normal**

Oberflächliche Läsionen. Weiche Einbeulung und/oder oberflächliche Fissuren und Risse

**ICRS-Grad 2 - abnormal**

Läsionen reichen bis < 50 % der Knorpeltiefe hinunter.

**ICRS-Grad 3 - stark abnormal**

Stark abnormale Knorpeldefekte.

Dieser Grad beinhaltet Knorpeldefekte, die bis > 50 % der Knorpeltiefe sowie zur kalzifizierten Schicht und den Bläschen hinunterreichen.

**ICRS-Grad 4 - stark abnormal**

Osteochondrale Verletzungen, Läsionen, die geringfügig durch die subchondrale Knochenplatte dringen oder tiefere, in den trabekulären Knochen reichende Defekte. Angebohrte Defekte gelten als osteochondrale Defekte und werden als ICRS-C klassifiziert.

## MENISKUSSTATUS:

- Eingriff:
- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> mediale Meniskektomie            | <input type="checkbox"/> laterale Meniskektomie            |
| <input type="checkbox"/> mediale Meniskusrefixation       | <input type="checkbox"/> laterale Meniskusrefixation       |
| <input type="checkbox"/> mediale Meniskustransplantation  | <input type="checkbox"/> laterale Meniskustransplantation  |
| <input type="checkbox"/> mediale Abrasion und Trepanation | <input type="checkbox"/> laterale Abrasion und Trepanation |

### Rechtes Knie

### Linkes Knie

Die Meniskusrisse oder Meniskektomie in den folgenden Abbildungen dokumentieren

#### Meniskus lateralis

#### Meniskus medialis

#### Meniskus lateralis

##### Medial:

- ☐ normal                      ☐ 1/3 entfernt                      ☐ 2/3 entfernt                      ☐ 3/3 entfernt

- Peripherer Faserring:                      ☐ intakt                      ☐ verletzt

- Verbleibendes Meniskusgewebe:    ☐ normal                      ☐ degenerative Veränderungen  
   ☐ stabiler Riß                      ☐ instabiler Riß  
   ☐ verbleibender Riß in situ

##### Lateral:

- ☐ normal                      ☐ 1/3 entfernt                      ☐ 2/3 entfernt                      ☐ 3/3 entfernt

- Peripherer Faserring:                      ☐ intakt                      ☐ verletzt

- Verbleibendes Meniskusgewebe:    ☐ normal                      ☐ degenerative Veränderungen  
   ☐ stabiler Riß                      ☐ instabiler Riß  
   ☐ verbleibender Riß in situ

## **LIGAMENTSTATUS:**

Eingriff:

- ☐ Naht des vorderen Kreuzbandes (VKB) ☐ Ersatzplastik des VKB ☐ extraartikuläre Rekonstruktion VKB
- ☐ Naht des hinteren Kreuzbandes (HKB) ☐ Intraartikuläre Ersatzplastik des HKB
- ☐ Rekonstruktion der posterolateralen Gelenkecke
- ☐ Naht/Rekonstruktion des Lig. collaterale mediale
- ☐ Naht/Rekonstruktion des Lig. collaterale laterale

Transplantat:

- ☐ Autologes Transplantat der Lig. patellae ☐ Hamstring-Sehnen ☐ Quadrizepssehne
- ☐ Sonstiges

Bisherige Transplantatentnahme:

- ☐ Autologes Transplantat der Lig. patellae ☐ Hamstring-Sehnen ☐ Quadrizepssehne
- ☐ Sonstiges

**Bohrlochplatzierung zur Ligamentrekonstruktion in den folgenden Abbildungen dokumentieren**

**Rechtes Knie**

**Linkes Knie**

2000

# FORMBLATT ZUR UNTERSUCHUNG DES KNIES

Name des Patienten \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Geschlecht: ☐ W ☐ M Alter: \_\_\_\_\_

Untersuchungsdatum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Allgemeine Laxizität: ☐ verminderte Laxizität ☐ normal ☐ erhöhte Laxizität  
Beinachse: ☐ eindeutig Varus ☐ normal ☐ eindeutig Valgus  
Patellastellung: ☐ baja ☐ normal ☐ alta  
Subluxation/Dislokation der Patella: ☐ zentriert ☐ subluxierbar ☐ subluxiert ☐ disloziert

Bewegungsausmaß (Streckung/Beugung): Betroffene Seite: passiv \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ aktiv \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Normale Seite: passiv \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ aktiv \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## SIEBEN GRUPPEN

## VIER GRADE

## \*GRUPPENGRADE

	Normal	Fast normal	Abnormal	Deutlich abnormal	A	B	C	D
<b>1. Erguß</b>	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> leicht	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2. Passives Bewegungsdefizit</b>								
Δ Streckdefizit	<input type="checkbox"/> < 3°	<input type="checkbox"/> 3-5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> > 10°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Δ Beugedefizit	<input type="checkbox"/> 0-5°	<input type="checkbox"/> 6-15°	<input type="checkbox"/> 16-25°	<input type="checkbox"/> > 25°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3. Ligamentuntersuchung</b> (manuell, instrumentell, Röntgen)								
Δ Lachman Test (25° Beugung) (134 N)	<input type="checkbox"/> -1-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm (1+)	<input type="checkbox"/> 6-10mm (2+)	<input type="checkbox"/> >10mm (3+)				
		<input type="checkbox"/> <-1- -3	<input type="checkbox"/> <-3 steif					
Δ Lachman Test (25° Beugung) (manuell, max.)	<input type="checkbox"/> -1-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Vorderer Endpunkt:	<input type="checkbox"/> fest		<input type="checkbox"/> unsicher					
Δ Gesamt AP-Translation (25°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ Gesamt AP-Translation (70°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ Hintere Schublade (70°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ Valgusstress	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ Varusstress	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ Außenrotationstest (30°)	<input type="checkbox"/> < 5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> 11-19°	<input type="checkbox"/> >20°				
Δ Außenrotationstest (90°)	<input type="checkbox"/> < 5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> 11-19°	<input type="checkbox"/> >20°				
Δ Pivot shift	<input type="checkbox"/> gleich	<input type="checkbox"/> +Gleiten	<input type="checkbox"/> ++(dumpf)	<input type="checkbox"/> +++ (laut)				
Δ Reverse pivot shift	<input type="checkbox"/> gleich	<input type="checkbox"/> Gleiten	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> ausgeprägt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>4. Kompartimentbefunde</b>		<b>Krepitation</b>	<b>Krepitation mit</b>					
Δ Krepitation anterior (PF)	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz				
Δ Krepitation mediales Komp.	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz				
Δ Krepitation laterales Komp.	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz				
<b>5. Transplantatentnahmefähigkeit</b>	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich				
<b>6. Röntgenbefund:</b>								
Medialer Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich				

Lateraler Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich
Femoropatellar-Gelenk	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich
Vorderer Gelenkspalt (sagittal)	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich
Hinterer Gelenkspalt (sagittal)	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich

## 7. Funktionstest

Hüpfen auf einem Bein ☐  $\geq 90\%$  ☐ 89-76% ☐ 75-50% ☐  $< 50\%$   
(in % der gegenüberliegenden Seite)

## \*\* Abschlußbeurteilung

☐ ☐ ☐ ☐

\* Gruppengrad: Der Gruppengrad richtet sich nach dem niedrigsten Grad innerhalb einer Gruppe.

\*\* Abschlußbeurteilung: Bei akuten und subakuten Patienten richtet sich die Abschlußbeurteilung nach dem schlechteren Gruppengrad. Bei chronischen Patienten wird die prä- und postoperative Beurteilung verglichen. Bei einer Abschlußbeurteilung werden nur die ersten drei Gruppen beurteilt, jedoch werden alle Gruppen dokumentiert.

Der Unterschied zwischen dem betroffenen Knie und dem normalen Knie, bzw. dem, was als normal angesehen wird.

## IKDC-AUSSCHUSS:

AOSSM: Anderson, A., Bergfeld, J., Boland, A., Dye, S., Feagin, J., Hamer, C., Mohtadi, N., Richmond, J., Shelbourne, D., Terry, G.

ESSKA: Staubli, H., Hefti, F., Höher, J., Jacob, R., Müller, W., Neyret, P.

APOSSM: Chan, K., Kurosaka, M.



## ANLEITUNGEN FÜR DAS FORMBLATT ZUR UNTERSUCHUNG DES KNIES

Das Formblatt zur Untersuchung des Knies enthält Punkte, die in eine von sieben Meßdomänen fallen. Dabei werden jedoch nur die ersten drei Domänen bewertet. Die sieben Domänen werden mit Hilfe des Formblattes zur Untersuchung des Knies beurteilt.

1. *Erguß*

Ein Erguß wird durch vorsichtige Palpation des Knies beurteilt. Eine Flüssigkeitswelle (weniger als 25 cc) gilt als gering, leicht palpierbare Flüssigkeit als mäßig (25 bis 60 cc) und ein angespanntes Knie zusätzlich zum Erguß (mehr als 60 cc) gilt als ausgeprägt.

2. *Passives Bewegungsdefizit*

Der passive Bewegungsspielraum wird mit einem Winkelmesser gemessen und auf dem Formblatt für die betroffene Seite und die gegenüberliegende oder normale Seite festgehalten. Die Werte für Nullpunkt/Überstreckung/Beugung sind aufzuzeichnen (z.B. 10 Grad Überstreckung, 150 Grad Beugung = 10/0/150; 10 Grad Beugung zu 150 Grad Beugung = 0/10/150). Die Streckung wird mit der des normalen Knies verglichen.

3. *Ligamentuntersuchung*

Der Lachman-Test, die gesamte anteroposteriore Translation bei 70 Grad und der mediale und laterale Gelenkspalt können manuell, instrumentell oder mittels Röntgenaufnahme unter Belastung beurteilt werden. Dabei sollte nur ein Test beurteilt werden, vorzugsweise eine „gemessene Verschiebung“. Bei der instrumentellen Untersuchung beider Knie wird eine Standardkraft von 134 N (30 lb-force) angelegt. Die Zahlenwerte für die Seitenunterschiede werden abgerundet und das entsprechende Kästchen wird angekreuzt.

Der Endpunkt wird mit dem Lachman-Test beurteilt. Der Endpunkt beeinflusst die Einstufung, wenn die Laxizität des betroffenen Knies vorne 3 bis 5 mm größer ist als die des normalen Knies. In diesem Fall führt ein weicher Endpunkt zu einem abnormen Grad anstelle eines nahezu normalen Grads.

Der hintere Durchhang bei 70 Grad wird durch einen Vergleich des Profils des betroffenen Knies mit dem des normalen Knie und durch Palpieren der medialen femorotibialen Kante geschätzt. Dieser Befund kann durch die Beobachtung bestätigt werden, daß die Kontraktion des Quadrizeps die Tibia nach vorne zieht.

Für die Außenrotationstests liegt der Patient mit auf 30 und 70 Grad gebeugten Knien auf dem Bauch. An beide Füße wird eine einheitliche äußere Drehkraft angelegt, und das Ausmaß der Außenrotation wird aufgezeichnet.

Pivot-Shift and Reverse Pivot-Shift werden mit dem Patienten in Rückenlage, einer Hüftabduktion von 10 bis 20 Grad und mit Tibia in Neutralrotation unter Verwendung der Technik nach Losee, Noyes oder Jakob durchgeführt. Die im Vergleich zum normalen Knie größte Subluxation wird festgehalten.

4. *Kompartimentbefund*

Patellofemorale Krepitation wird durch Streckung gegen geringen Widerstand hervorgerufen. Die mediale und laterale Kompartmentkrepitation wird durch Strecken des Knies aus einer gebeugten Stellung mit Belastung in Varusrichtung und folgender Belastung in Valgusrichtung (d.h. McMurray-Test) hervorgerufen. Die Einstufung erfolgt nach Intensität und Schmerz.

5. *Transplantatentnahmemorbidität:*

Auf Empfindlichkeit, Reizung oder Gefühllosigkeit an der Entnahmestelle des autologen Transplantats achten.

6. *Röntgenbefund*

Die Verschmälerung des medialen und lateralen Gelenkspalts wird durch ein bilaterales PA-Röntgenbild mit Gewichtsbelastung auf beiden Beinen und einem Beugungswinkel von 35 bis 45 Grad (Tunnelaufnahme) beurteilt. Die patellofemorale Verschmälerung wird durch eine Merchant-Aufnahme bei 45 Grad dokumentiert. Ein geringer Grad bezeichnet minimale Veränderungen (d.h. kleine Osteophyten, leichte Sklerose oder Abflachung der Femurkondyle) und nur schwach erkennbare Verschmälerung des Gelenkspalts. Bei einem mittleren Grad liegen diese Veränderungen möglicherweise vor sowie eine Verschmälerung des Gelenkspalts (z.B. ein Gelenkspalt von 2-4 mm oder eine Verschmälerung des

Gelenkspalts von bis zu 50 %). Zu den ausgeprägten Veränderungen zählen ein Gelenkspalt von weniger als 2 mm oder eine Verschmälerung des Gelenkspalts von mehr als 50 %.

7. *Funktionstest*

Der Patient wird aufgefordert, auf der betroffenen und auf der normalen Seite jeweils einmal auf einem Bein so weit wie möglich zu springen. Für jedes Bein werden drei Versuche festgehalten und die Ergebnisse werden gemittelt. Dann wird das Verhältnis von betroffenem zu normalem Knie berechnet.

## 11.2 Tegner Activity Score

### Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm

<input type="checkbox"/> 1	Sick leave or disability pension because of knee problems
<input type="checkbox"/> 2	Work: sedentary work Walking on uneven ground possible but impossible to walk in forest
<input type="checkbox"/> 3	Work: light labor (e.g. nursing) Competitive and recreational sports: swimming Walking in forest possible
<input type="checkbox"/> 4	Work: moderately heavy labor (e.g., truck driving, heavy domestic work) Recreational sports: cycling, cross-country skiing, Jogging on even ground at Least twice weekly
<input type="checkbox"/> 5	Work: Heavy labor work (e.g., building, forestry) Competitive sports: cycling, cross country skiing Recreational sports: jogging on uneven ground at least twice weekly
<input type="checkbox"/> 6	Recreational sports: tennis and badminton, handball, basketball, downhill skiing, jogging at least five times per week
<input type="checkbox"/> 7	Competitive sports: tennis, athletics (running), motocross, speedway, handball, basketball Recreational sports: soccer, bandy and ice hockey, squash, athletics (jumping) Cross country track findings both recreational and competitive
<input type="checkbox"/> 8	Competitive sports: bandy, squash or badminton, athletics (jumping, etc.), downhill skiing
<input type="checkbox"/> 9	Competitive sports: soccer, lower divisions, ice hockey, wrestling, gymnastics
<input type="checkbox"/> 10	Competitive sports: soccer – national and international elite

### 11.3 Lysholm Score

#### Score nach Lysholm und Gillquist

Limp (5 points)	None	5
	Slight or periodical	3
	Severe or constant	0
Support (5 points)	Full support	5
	Stick or crutch	3
	Weight bearing	0
	Impossible	0
Stair- Climbing (10 points)	No problems	10
	Slightly impaired	6
	One step at a time	2
	Unable	0
Squatting (5 points)	No problems	5
	Slightly impaired	4
	Not past 90°	2
	Unable	0

#### Walking, running and jumping: (70 points)

Instability (30 points)	Never giving way	30
	Rarely during athletics or other severe exertion	25
	Frequently during Athletics or other severe Exertion (or unable to Participate)	20
	Occasionally in daily activities	10
	Often in daily activities	5
	Every step	0
Swelling (10 points)	None	10
	With giving way	7
	On severe exertion	5
	On ordinary exertion	2
	Constant	0
Pain (30 points)	None	30
	Inconstant and slight during severe exertion	25
	Marked on giving way	20
	Marked during severe exertion	15
	Marked on or after Walking more than 2 km	10
	Marked on or after Walking less than 2 km	5
	Constant and severe	0
Atrophy of Thigh	None	5
	1-2 cm	3
	More than 2 cm	0

## 11.4 Eigener Patientenfragebogen

### Vordere Kreuzbandplastik durch Patellarsehnen Allograft versus Autograft bei Revisionseingriffen Hermann Mayr, Wolfgang Plitz, Mathias Schettler

Fragebogen zur Patientenuntersuchung:

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_ Geb.Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### 1. Anamnese:

Zeitpunkt des Unfalls: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_, Wobei geschah Unfall? ☐ Ski, ☐ Fussball, ☐ Tennis, ☐ Squash,  
☐ Verkehrsunfall, ☐ Sonstiges

#### 2. Vordere Kreuzbandplastik:

##### 2.1 Erstoperation

Operationsdatum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Wo wurde die Erstoperation durchgeführt: ☐ chirurgische / orthopädische Klinik, ☐ chirurgische / orthopädische Praxis, Name: \_\_\_\_\_ ☐ stationär, ☐ ambulant

Abstand Unfall – Vordere Kreuzbandplastik: ☐ sofort, ☐ < 2 Tage, ☐ < 1, ☐ < 2, ☐ < 4, ☐ < 6, ☐ < 9 Wochen, ☐ < 3 Monate, ☐ < 6 Monate, ☐ > 6 Monate, ☐ > 2 Jahre, ☐ > 5 Jahre

intraoperativer Befund: ☐ VKB-ruptur, ☐ HKB-Partialruptur, ☐ med. Instabilität, ☐ lat. Instabilität, ☐ IM-läsion, ☐ AM-läsion, ☐ Knorpelschäden ( Outerbridge: ☐ I, ☐ II, ☐ III, ☐ IV), ☐ Z.n. Fraktur, ☐ Z.n. bone bruise, ☐ intraartikuläre Briden

Weitere Eingriffe: ☐ IB-Naht, ☐ lat. Kapsel / Bandrekonstruktion, ☐ IM-resektion, ☐ IM-Naht, ☐ AM-resektion, ☐ AM-Naht, ☐ extraartikuläre Stabilisierung, ☐ Knorpelglättung, ☐ Abrasionsarthroplastik, ☐ Microfractures,

Art der Bandrekonstruktion: ☐ Patellarsehnenplastik Autograft, ☐ Semitendinosusehnenplastik, ☐ Patellarsehnenplastik Allograft, ☐ Kunststoff, ☐ VKB-Naht, ☐ VKB-Naht + Augmentation, ☐ Sonstige

Weitere Eingriffe: ☐ IB-Naht, ☐ lat. Kapsel / Bandrekonstruktion, ☐ IM-resektion, ☐ IM-Naht, ☐ AM-resektion, ☐ AM-Naht, ☐ extraartikuläre Stabilisierung, ☐ Knorpelglättung, ☐ Abrasionsarthroplastik, ☐ Knorpeltransplantation

OP-Dauer: ☐ < 40, ☐ < 60 Minuten, ☐ < 2 Stunden, ☐ > 2 Stunden

War das Knie vor Operation: ☐ überwärmt, ☐ gerötet, ☐ Erguss im Knie, ☐ geschwollen

Komplikationen perioperativ: ☐ Thrombose, ☐ Infekt, ☐ Reflexdystrophie, ☐ Sonstiges

## Therapie post-OP:

- ☐ Krankengymnastik: wie lang: ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ 18, ☐ >18 Wochen,  
ab wann: ☐ sofort, ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ >12 Wochen post-OP
- ☐ Lymphdrainage: wie lang: ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ 18, ☐ >18 Wochen,  
ab wann: ☐ sofort, ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ >12 Wochen post-OP
- ☐ Muskelaufbau wie lang: ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ 18, ☐ >18 Wochen),  
ab wann: ☐ sofort, ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ >12 Wochen post-OP
- ☐ Orthese nein
- ☐ Orthese ja wie lang: ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ 18, ☐ >18 Wochen,  
ab wann: ☐ sofort, ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ >12 Wochen post-OP  
☐ unbeweglich, ☐ beweglich: ☐ 0/0/90, ☐ 0/20/60, ☐ 0/20/90, ☐ frei),
- ☐ Medikamente: ☐ Analgetika, ☐ Antirheumatika, ☐ Thromboseprophylaxe, ☐ Karil, ☐ Sonstige,  
wie lange: ☐ <1 Woche, ☐ <2 Wochen, ☐ <3 Wochen, ☐ <6 Wochen, ☐ länger,

Schmerz prae-OP am OP-Tag (VAS) 0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Schmerz post-OP am OP-Tag (VAS) 0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Schmerz zwei Tage post-OP (VAS) 0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Schmerz 4 Wochen post-OP ausserhalb Therapie (VAS) 0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Schmerz bei funktioneller Therapie (VAS): 0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Wie lang Arbeitsunfähig: ☐ <2, ☐ <3, ☐ <4, ☐ <8, ☐ <12 Wochen, ☐ <6 Monate, ☐ <9 Monate,  
☐ <1 Jahr, ☐ >1 Jahr

Bewegungsumfang vor Operation: Extension: ☐ -5, ☐ 0, ☐ 5, ☐ 10, ☐ 20, ☐ 30, ☐ 40, ☐ 50, ☐ 60 Grad  
Flexion: ☐ 40, ☐ 50, ☐ 60, ☐ 70, ☐ 80, ☐ 90, ☐ 100, ☐ 110, ☐ 120, ☐ 130,  
☐ 140 Grad

Bewegungsumfang nach KG-Ende: Extension: ☐ -5, ☐ 0, ☐ 5, ☐ 10, ☐ 20, ☐ 30, ☐ 40, ☐ 50, ☐ 60 Grad  
Flexion: ☐ 40, ☐ 50, ☐ 60, ☐ 70, ☐ 80, ☐ 90, ☐ 100, ☐ 110, ☐ 120, ☐  
130, ☐ 140 Grad

## 2.2 Erneute Instabilität

☐ erneutes Trauma als Ursache

☐ keine erkennbare Ursache

Zeitabstand Erstoperation – Rezidiv: ☐ <6 Monate, ☐ <9 Monate, ☐ <1 Jahr, ☐ >1 Jahr, ☐ >2 Jahre,  
☐ >5 Jahre

Zeitabstand Erstoperation – Revision: ☐ <6 Monate, ☐ <9 Monate, ☐ <1 Jahr, ☐ >1 Jahr, ☐ >2 Jahre,  
☐ >5 Jahre

Zeitabstand Rezidiv - Revision : ☐ <6 Monate, ☐ <9 Monate, ☐ <1 Jahr, ☐ >1 Jahr, ☐ >2 Jahre,  
☐ >5 Jahre

## 2.3 Röntgen

Δ p.-a. im Stehen vor Revision (Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_):

- ☐ Retropatellararthrose: ☐ I, ☐ II, ☐ III, ☐ IV
- ☐ Gonarthrose: ☐ I, ☐ II, ☐ III, ☐ IV
- ☐ Tilt-Winkel transversal:
- ☐ Tilt-Winkel sagittal:
- ☐ Abstand Patellaspitze/ Tuberositas Tibia
- femoraler Bohrkanal: ☐ korrekt, ☐ zu weit ventral, ☐ zu weit dorsal
- tibialer Bohrkanal: ☐ korrekt, ☐ zu weit ventral, ☐ zu weit dorsal
- ☐ andere Fehlplatzierung des Bandes
- ☐ fleckige Entkalkung

2.4 MRI-Befund vor Revision (Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_):

- |                            |                                 |                              |                                      |                                     |
|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Gonarthrose                | <input type="checkbox"/> 0      | <input type="checkbox"/> 1   | <input type="checkbox"/> 2           | <input type="checkbox"/> 3          |
| Retropatellararthrose      | <input type="checkbox"/> 0      | <input type="checkbox"/> 1   | <input type="checkbox"/> 2           | <input type="checkbox"/> 3          |
| med Gonarthrose            | <input type="checkbox"/> 0      | <input type="checkbox"/> 1   | <input type="checkbox"/> 2           | <input type="checkbox"/> 3          |
| lat Gonarthrose            | <input type="checkbox"/> 0      | <input type="checkbox"/> 1   | <input type="checkbox"/> 2           | <input type="checkbox"/> 3          |
| Vordere Kreuzbandrerruptur | <input type="checkbox"/> frisch | <input type="checkbox"/> alt | <input type="checkbox"/> vollständig | <input type="checkbox"/> inkomplett |
| Innenmeniskusläsion        | <input type="checkbox"/>        |                              |                                      |                                     |
| Innenmeniskusl reseziert   | <input type="checkbox"/>        |                              |                                      |                                     |
| Aussenmeniskusläsion       | <input type="checkbox"/>        |                              |                                      |                                     |
| Aussenmeniskus reseziert   | <input type="checkbox"/>        |                              |                                      |                                     |
| bone bruise                | <input type="checkbox"/>        |                              |                                      |                                     |
| med. Kapselbandläsion      | <input type="checkbox"/>        |                              |                                      |                                     |
| lat. Kapselbandläsion      | <input type="checkbox"/>        |                              |                                      |                                     |

## 2.5 Revision

Art der Bandrekonstruktion: ☐ Patellasehnenplastik Autograft, ☐ Patellasehnenplastik Allograft

Operationsdatum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

intraoperativer Befund: ☐ VKB-Rerruptur, ☐ HKB-Partialruptur, ☐ med. Instabilität, ☐ lat. Instabilität,  
☐ IM-läsion, ☐ AM-läsion, ☐ Knorpelschäden ( Outerbridge: ☐ °I, ☐ °II, ☐ °III, ☐ °IV), ☐ Z.n. Fraktur, ☐ Z.n. bone bruise, ☐ intraartikuläre Briden

Weitere Eingriffe: ☐ IB-Naht, ☐ lat. Kapsel / Bandrekonstruktion, ☐ IM-resektion, ☐ IM-Naht, ☐ AM-resektion, ☐ AM-Naht, ☐ extraartikuläre Stabilisierung, ☐ Knorpelglättung, ☐ Abrasionsarthroplastik, ☐ Microfractures, ☐ Metallentfernung

OP-Dauer: ☐ < 40, ☐ < 60 Minuten, ☐ < 2, ☐ > 2 Stunden

War das Knie vor Operation: ☐ überwärmt, ☐ gerötet, ☐ Erguss im Knie, ☐ geschwollen

Komplikationen perioperativ: ☐ Thrombose, ☐ Infekt, ☐ Reflexdystrophie, ☐ Sonstiges

Therapie post-OP:

☐ Krankengymnastik: wie lang: ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ 18, ☐ >18 Wochen),  
ab wann: ☐ sofort, ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ >12 Wochen post-OP

☐ Lymphdrainage: wie lang: ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ 18, ☐ >18 Wochen),  
ab wann: ☐ sofort, ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ >12 Wochen post-OP

☐ Muskelaufbau wie lang: ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ 18, ☐ >18 Wochen),  
ab wann: ☐ sofort, ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ >12 Wochen post-OP

☐ Orthese nein

☐ Orthese ja wie lang: ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ 18, ☐ >18 Wochen),  
ab wann: ☐ sofort, ☐ 2, ☐ 4, ☐ 6, ☐ 8, ☐ 12, ☐ >12 Wochen post-OP  
☐ unbeweglich, ☐ beweglich: ☐ 0/0/90, ☐ 0/20/60, ☐ 0/20/90, ☐ frei),

☐ Medikamente: ☐ Analgetika, ☐ Antirheumatika, ☐ Thromboseprophylaxe, ☐ Karil, ☐ Sonstige,  
wie lange: ☐ <1 Woche, ☐ <2 Wochen, ☐ <3 Wochen, ☐ <6 Wochen, ☐ länger,

Schmerz prae-OP am OP-Tag (VAS) 0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Schmerz post-OP am OP-Tag (VAS) 0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Schmerz zwei Tage post-OP (VAS) 0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Schmerz 4 Wochen post-OP ausserhalb Therapie (VAS) 0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Schmerz bei funktioneller Therapie (VAS): 0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Wie lang Arbeitsunfähig: ☐ <2, ☐ <3, ☐ <4, ☐ <8, ☐ <12 Wochen, ☐ <6 Monate, ☐ <9 Monate, ☐ <1  
Jahr, ☐ >1 Jahr

Bewegungsumfang vor Operation: Extension: ☐ -5, ☐ 0, ☐ 5, ☐ 10, ☐ 20, ☐ 30, ☐ 40, ☐ 50, ☐ 60 Grad  
Flexion: ☐ 40, ☐ 50, ☐ 60, ☐ 70, ☐ 80, ☐ 90, ☐ 100, ☐ 110, ☐ 120, ☐ 130,  
☐ 140 Grad

Bewegungsumfang nach KG-Ende: Extension: ☐ -5, ☐ 0, ☐ 5, ☐ 10, ☐ 20, ☐ 30, ☐ 40, ☐ 50, ☐ 60 Grad  
Flexion: ☐ 40, ☐ 50, ☐ 60, ☐ 70, ☐ 80, ☐ 90, ☐ 100, ☐ 110, ☐ 120,  
☐ 130, ☐ 140 Grad



## 11.5 Untersuchungsprotokoll Knie

### Untersuchungsprotokoll Knie

Patient:

Datum:

Betroffene Seite: ☐ links ☐ rechts

**Extension:** \_\_\_\_\_° (normale Seite: \_\_\_\_\_°) Streckdefizit: \_\_\_\_\_°

**Flexion:** \_\_\_\_\_° (normale Seite: \_\_\_\_\_°) Beugedefizit: \_\_\_\_\_°

**Hüpfen auf krankem Bein genauso mögl. wie auf gesundem?** ☐ ja ☐ nein

**Umfangmaße** (siehe Fragebogen!)

---

**Beinachse** ☐ gerade ☐ varus ( \_\_\_\_\_°) ☐ valgus ( \_\_\_\_\_°)

**Allgemeine Laxizität** ☐ normal ☐ vermindert ☐ erhöht

**Erguß** ☐ keiner ☐ leicht ☐ mäßig ☐ deutlich

**Aufklappbarkeit** ☐ keine ☐ medial ( \_\_\_\_\_°) ☐ lateral ( \_\_\_\_\_°)

**Lachmann (25° Beugung)** ☐ positiv ( \_\_\_\_\_mm) ☐ negativ  
**Vorderer Endpunkt** ☐ fest ☐ unsicher

**Gesamt AP-Translation (25°)** \_\_\_\_\_mm

**Gesamt AP-Translation (70°)** \_\_\_\_\_mm

**Pivot Shift** ☐ negativ ☐ glide ☐ clunk ( ☐ dumpf ☐ laut )

**Reverse Pivot Shift** ☐ negativ ☐ Gleiten ☐ stark ☐ ausgeprägt

**Vordere Schublade** ☐ positiv ( \_\_\_\_\_mm) ☐ negativ

**Hintere Schublade (70°)** ☐ positiv ( \_\_\_\_\_mm) ☐ negativ

**Valgusstress** ☐ positiv ( \_\_\_\_\_mm) ☐ negativ

**Varusstress** ☐ positiv ( \_\_\_\_\_mm) ☐ negativ

**Außenrotationstest (30°)** \_\_\_\_\_°

**Außenrotationstest (90°)** \_\_\_\_\_°

**Crepitatio** ☐ negativ ☐ femoro-tibial ☐ retropatellar

**Crepitatio anterior** ☐ keine ☐ mäßig ☐ mit leichtem Schmerz ☐ schmerzhaft

**Crepitatio med. Komp.** ☐ keine ☐ mäßig ☐ mit leichtem Schmerz ☐ schmerzhaft

**Crepitatio lat. Komp.** ☐ keine ☐ mäßig ☐ mit leichtem Schmerz ☐ schmerzhaft

**Schnappen** ☐ ja ☐ nein

**Schmerzangabe**      ☐ keine    ☐ med. Kompartiment    ☐ lat. Kompartiment    ☐ retropatellar

**Tastbares freies Dissekat**    ☐ ja                      ☐ nein

**Patellastellung**            ☐ normal            ☐ baja            ☐ alta

**Dislokation der Patella**    ☐ normal, zentriert                      ☐ disloziert

**Subluxation der Patella**    ☐ normal            ☐ subluxierbar    ☐ subluxiert

**Transplantatentnahmemorbidität**    ☐ keine    ☐ gering    ☐ mäßig    ☐ deutlich

## 11.6 Radiologisches Untersuchungsprotokoll

### Radiologisches Untersuchungsprotokoll

Patient:

Datum:

**Prä OP Röntgenbilder** vom: \_\_\_\_\_ ( ☐ vor Erstoperation ☐ vor Revision )

Retropatellararthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

Gonarthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

Tilt-Winkel transversal: \_\_\_\_\_°

☐ zu weit dorsal

Tilt-Winkel sagittal: \_\_\_\_\_°

Abstand Patellaspitze/Tuberositas Tibiae: \_\_\_\_\_mm

**bei Revision:**

femoraler Bohrkanal:

☐ korrekt ☐ zu weit ventral

tibialer Bohrkanal:

☐ korrekt ☐ zu weit ventral

☐ zu weit dorsal

☐ andere Fehlplatzierungen  
des Bandes

☐ fleckige Entkalkungen

**Prä OP MRT** vom: \_\_\_\_\_ ( ☐ vor Erstoperation ☐ vor Revision )

Gonarthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

med. Gonarthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

lat. Gonarthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

Retropatellararthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

Vordere Kreuzbandruptur: ☐ frisch ☐ alt

☐ vollständig ☐ inkomplett

Innenmeniskusläsion: ☐

Aussenmeniskusläsion: ☐

bone bruise: ☐

med. Kapselbandläsion: ☐

lat. Kapselbandläsion: ☐

**bei Revision:**

☐ Innenmeniskusläsion reseziert

☐ Aussenmeniskusläsion reseziert

**Aktuelle Röntgenbilder** ( $\Delta$  p.-a. im Stehen) vom: \_\_\_\_\_

Retropatellararthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

Gonarthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

med. Gonarthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

lat. Gonarthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

Tilt-Winkel transversal: \_\_\_\_\_°

Tilt-Winkel sagittal: \_\_\_\_\_°

Abstand Patellaspitze/Tuberositas Tibiae: \_\_\_\_\_mm

femoraler Bohrkanal: ☐ korrekt ☐ zu weit ventral ☐ zu weit dorsal

tibialer Bohrkanal: ☐ korrekt ☐ zu weit ventral ☐ zu weit dorsal

Tunnel widening: ☐ tibial ☐ femoral

- ☐ andere Fehlplatzierungen des Bandes
- ☐ fleckige Entkalkungen
- ☐ Patella baja
- ☐ Infrapatellararthrose
- med. Gelenkspalt: ☐ keiner ☐ gering ☐ mäßig ☐ deutlich
- lat. Gelenkspalt: ☐ keiner ☐ gering ☐ mäßig ☐ deutlich
- Femoropatellar- Gelenk: ☐ keiner ☐ gering ☐ mäßig ☐ deutlich
- Vorderer Gelenkspalt (sagittal): ☐ keiner ☐ gering ☐ mäßig ☐ deutlich
- Hinterer Gelenkspalt (sagittal): ☐ keiner ☐ gering ☐ mäßig ☐ deutlich

**Aktuelles MRT** vom: \_\_\_\_\_

- Gonarthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV
- med. Gonarthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV
- lat. Gonarthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV
- Retropatellararthrose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV
- Vordere Kreuzbandplastik: ☐ signalarm ☐ signalintensiv ☐ intakt ☐ inhomogen ☐ elongiert

## 11.7 OCM Nachbehandlungsschema



### Nachbehandlungsschema für Vordere Kreuzbandplastik

#### Op./1. Tag

- Lagerung in gerader Schiene
- sanfte Kälteanwendung im komprimierenden System (Cryo-Cuff)
- Anspannen der Kniebeuger.
- Anspannen der Kniestrecker nur in der geschlossenen Kette.
- aktive Fussbewegung

#### 2. Tag

- Verbandwechsel
- Evtl. anlegen einer beweglichen Knieorthese nach Vorgabe des Operateurs.
- Motorschienenübung mit langsam zunehmender Bewegung (Beginn max. 0/0/50)
- aktive Kniestreckung nur in der geschlossenen Kette
- Lymphdrainage
- Beginn mit elektrischer Muskelstimulation

#### 3.–7. Tag

- 4-Punktengang mit Belastung nach Toleranz
- Vollbelastung nur nach Kontrolle des Gangbildes durch den Therapeuten
- 1/3 Kniebeugen E/F 0/20/50 mit erhöhten Fersen
- Training der Ab- und Adduktoren bei 90° Flexion
- Knieflexion gegen Widerstand (Ferse mit Bodenkontakt heranziehen)
- Stabilisierung der Rückenmuskulatur

#### 8.–14. Tag

- Fortführung der bisherigen Physiotherapie, Gangschulung
- 12.–14. Tag Fadenentfernung
- Beinpresse E/F 0/40/90 mit max. 1/3 Körpergewicht Belastung
- Kokontraktion (Kniestrecker/Kniebeuger)
- Training der Fussmuskulatur, Sprunggelenkstabilisation
- Stretching nach Anweisung durch den Therapeuten
- für 4 Wochen: treppauf gesundes Bein voran, treppab operiertes Bein voran

#### 3.–6. Woche

- Fortführung der bisherigen Physiotherapie, Anleitung für Selbsttraining (Theraband)
- Standfahrrad mit geringem Widerstand (falls Flexion über 100° erreicht)
- Koordinationsübungen
- Training in offener Kette ab 5. Woche (Cave! Patellasehne)
- Beginn mit einbeinigen Stabilisierungsübungen ab 5. Woche
- Aquajogging ab 5. Woche

#### 7.–12. Woche

- gesteigerte Koordinations- und Kräftigungsübungen (Minitrampolin, Stairmaster, usw.)
- Radfahren in der Ebene ab 8. Woche
- einbeinige, gestützte Kniebeugen und side-to-side-steps
- Gehen/laufen auf der Stelle, vorwärts, rückwärts gegen Widerstand.

#### ab 12. Woche

- Schwimmen im Kraulschlag.
- Inline Skating (für Geübte)
- leichtes Lauftraining ab 16. Woche
- Wiederaufnahme von weiterem Sport erst nach Rücksprache mit dem Arzt
- Muskelaufbau benötigt 1 Jahr Gymnastik und Training

**Keine Stabilitätsprüfungen (Lachman-Test) für 8 Wochen**  
**Keine isokinetischen Tests für 8 Wochen**  
**Kein Beincurler für Quadriceps**